Industry Canada Industrie Canada

Réaliser le potentiel de la photovoltaïque en réseau au Canada

Un plan d'action pour intégrer la photovoltaïque dans l'avenir énergétique du Canada

2003

Canada

On peut obtenir cette publication sur supports multiples, sur demande. Communiquer avec le Centre de diffusion de l'information dont les coordonnées suivent.

Pour obtenir une version imprimée de cette publication, s'adresser également au :

Centre de diffusion de l'information
Direction générale des communications et du marketing
Industrie Canada
Bureau 268D, tour Ouest
235, rue Queen
Ottawa (Ontario) K1A 0H5

Téléphone : (613) 947-7466
Télécopieur : (613) 954-6436
Courriel : publications@ic.gc.ca

Préparé pour Industrie Canada par le groupe Delphi.

Les opinions et déclarations contenues dans cette publication n'engagent que leur auteur et ne reflètent pas nécessairement la politique d'Industrie Canada ou celle du gouvernement du Canada.

IU 44-5/2003F-PDF
ISBN 0-662-75281-3
54026F

Also available in English under the title *Unleashing the Potential of On-Grid Photovoltaics in Canada, An Action Plan to make PV an Integral Component of Canada's Energy Future*.

Table des matières

1.0 Résumé 1

2.0 Introduction 6

2.1 Méthode 7

3.0 La tendance vers une production répartie d'électricité plus durable 9

3.1 Les retombées positives importantes de la PV 11

4.0 Le marché mondial photovoltaïque — un phénomène à croissance rapide 14

5.0 La PV domestique en réseau — une voie inexplorée 18

5.1 Le marché actuel 18
5.2 Les premiers progrès 20

6.0 Les obstacles à la croissance de la PV au Canada 28

6.1 Introduction 28
6.2 Identification et classification des obstacles actuels 29
6.3 Synthèse et ordre de priorité des obstacles identifiés 31
6.4 La fixation actuelle des prix 32
6.4.1 Les réductions rapides 32
6.4.2 La complexité de la fixation des prix 34
6.5 Le marché de l'électricité et les obstacles législatifs 38
6.6 Les incohérences entre les normes, les lignes directrices et les modalités des contrats d'interconnexion 41
6.7 Le manque de sensibilisation et de connaissance des applications photovoltaïques et de leurs profits 44

7.0 La marche à suivre — Réaliser le potentiel de la PV en réseau au Canada 47

7.1 La vision à long terme de la production répartie d'électricité photovoltaïque pour le Canada 47
7.2 La vision de l'industrie 49
7.3 Les objectifs stratégiques 49
7.4 Les mesures stratégiques pour intégrer la photovoltaïque dans l'avenir énergétique du Canada 50
7.4.1 Étape I : Poser les fondations 53
7.4.2 Étape II : Stimuler la demande du marché 55
7.4.3 Étape III : Garder le rythme 57
7.4.4 Les promotions, la notoriété et les partenariats continuels 59

ANNEXE A : Bibliographie 62

ANNEXE B : Les obstacles de faible degré de priorité pour l'industrie photovoltaïque ... 66

ANNEXE C : Liste des informateurs clés 67

Liste des figures et des tableaux

Figure 1 : Production mondiale d'énergie primaire 9
Figure 2 : Les forces convergentes de la demande 10
Tableau 1 : Les autres avantages des systèmes photovoltaïques. 12
Figure 3 : La production mondiale de cellules et de modules en MW 14
Figure 4 : Total des installations photovoltaïques en watts par habitant en 2001 15
Figure 5 : Capacité mondiale cumulée de la PV selon des données de l'EPIA et de Greenpeace 16
Figure 6 : Parts de marché proportionnelles de la PV en réseau contre la PV hors réseau. 16
Figure 7 : Énergie photovoltaïque installée cumulée au Canada par sous-marché 18
Tableau 2 : Ventes annuelles d'énergie photovoltaïque dans trois sous-marchés 19
Tableau 3 : Potentiel des BIPV dans les pays de l'OCDE 19
Tableau 4 : Résumé du Plan du Canada sur les changements climatiques 21
Tableau 5 : Exemples d'initiatives fédérales en faveur des énergies renouvelables 23
Tableau 5 : Exemples d'initiatives fédérales en faveur des énergies renouvelables (suite et fin) 24
Tableau 6 : Exemples d'initiatives provinciales en faveur des énergies renouvelables 25
Tableau 7 : Exemples d'initiatives de services publics en faveur des énergies renouvelables 26
Figure 8 : Prix de vente moyen des modules photovoltaïques entre 1976 et 1998 33
Tableau 8 : Les dernières technologies en vogue pour passer sous la barre du dollar le watt d'ici à 2010. Elles misent sur l'augmentation des rendements de conversion photovoltaïques et sur la forte automatisation de la production 33
Figure 9 : Coûts comparés de l'électricité 34
Tableau 9 : Prix détaillé de l'électricité en Ontario 40
Figure 10 : Réaliser le potentiel de la PV en réseau au Canada 48
Figure 11 : Réaliser le potentiel de la PV en réseau au Canada 52

Acronymes

$CAN	Dollar canadien
AC	Application conjointe
ACIE	Association canadienne d'industrie d'environnement
ADRC	Agence des douanes et du revenu du Canada
AIE	Agence internationale de l'énergie
BIPV	Intégration des panneaux solaires aux immeubles
BP	British Petroleum
CA	Courant alternatif
CanSIA	Association des industries solaires du Canada
CANWEA	Association canadienne d'énergie éolienne
CB	Colombie-Britannique
CC	Courant continu
CCE	Code canadien de l'électricité
CO_2	Dioxyde de carbone
CPM	Cabinet du premier ministre
CRSNG	Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie
CSA	Association canadienne de normalisation
EDA	Electricity Distributors Association (Association des distributeurs d'électricité)
EPÉÉ	Encouragement à la production d'énergie éolienne
EPIA	Association européenne de l'industrie photovoltaïque
ER	Énergie renouvelable
ERSE	Élaboration rapide et systèmes de l'entreprise
FACC	Fonds d'action pour le changement climatique
FATDD	Fonds pour l'appui technologique au développement durable
FCDCC	Fond canadien de développement pour le changement climatique
FCM	Fédération canadienne des municipalités
FE	Fonctionnement et entretien
FEREEC	Frais liés aux énergies renouvelables et aux économies d'énergie au Canada
FHMV	Fonds d'habilitation municipal vert
FIMV	Fonds d'investissement municipal vert
GES	Gaz à effet de serre
IF	Installation et fourniture
IRAC	Institut royal d'architecture du Canada
ITCB	Institut technologique de la Colombie-Britannique
LEED	Leaders in Energy and Environmental Design (Chefs de file dans la conception énergétique et écologique)
LPT	Taxe de raccordement électrique
LRDEC	Laboratoire de recherche en diversification énergétique de CANMET
MDP	Mécanisme de développement propre
MPC	MicroPower Connect
NABCEP	Conseil des spécialistes agréés en énergie de l'Amérique du Nord
NOx	Oxydes d'azote
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
PARI	Programme d'aide à la recherche industrielle
PEI	Producteurs d'électricité indépendants
PENSER	Programme d'encouragement aux systèmes d'énergies renouvelables
PER	Portefeuille d'énergies renouvelables
PEV	Production d'énergie verte
PME	Petite et moyenne entreprise
PRE	Production répartie d'électricité

PSM	Programme de stimulation du marché
PTC	Partenariat technologique Canada
PV	Photovoltaïque
PVPS	Systèmes d'alimentation photovoltaïque
R-D	Recherche et développement
RNCan	Ressources naturelles Canada
SCHL	Société canadienne d'hypothèques et de logement
SESCI	Solar Energy Society of Canada Inc.
SOx	Oxyde de soufre
TEAM	Mesures d'action précoce en matière de technologie
TDDC	Technologies du développement durable Canada
TPS	Taxe sur les produits et services

1.0 Résumé

Dans le monde de la production répartie d'électricité propre, la photovoltaïque (PV) est une composante essentielle pour aider le Canada à répondre à ses besoins énergétiques toujours croissants tout en limitant l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre. La PV constitue également un « connecteur d'innovation » puisqu'il intègre différentes plates-formes de haute technologie et de technologies traditionnelles pour produire de l'énergie à partir du rayonnement solaire. Cette solution énergétique verte présente également des retombées économiques, sociales et environnementales positives pour le Canada, notamment la création d'emplois hautement qualifiés, une innovation croissante accompagnée de progrès techniques, une industrie d'exportation durable et un niveau d'émission zéro.

Jusqu'à présent, les marchés mondiaux en faveur de la PV (et plus généralement de l'énergie propre) ont été guidés par une multitude de forces convergentes, dont entre autres l'action internationale concernant les changements climatiques, la sécurité énergétique, l'amélioration de la qualité de l'air, les progrès techniques et la déréglementation de l'énergie. La demande de la PV s'est ainsi fortement accélérée dans le monde, augmentant de plus 23 p. 100 entre 1997 et 2002. Au Canada en particulier, le marché photovoltaïque continue de croître exponentiellement, affichant une moyenne de 25 p. 100 pour les 8 dernières années.

Plus de 150 organisations encouragent activement l'énergie photovoltaïque au pays contribuant également à ce climat de prospérité et d'innovation dans l'industrie photovoltaïque au Canada. La grande majorité de ces organisations sont des revendeurs, des distributeurs et des installateurs de systèmes photovoltaïques. Quatorze entreprises environ sont des manufacturiers et la plupart exportent dans le monde entier. En 2002, l'industrie canadienne photovoltaïque employait plus de 625 personnes hautement qualifiées et engendrait des recettes de 95 millions de dollars CAN.

Les marchés hors réseau continuent de croître au Canada et dans les pays en voie de développement, mais les applications en réseau (l'intégration des panneaux solaires aux immeubles (BIPV) et les systèmes hybrides) dans les pays développés constituent le gros du marché. La PV a déjà réussi à se tailler une place dans les sources d'énergie de certains pays tels que l'Allemagne, le Japon, les États-Unis et l'Espagne et en est devenu un élément important. Afin de réunir les conditions propices au développement de la PV au Canada, il est impératif de favoriser la création d'un marché pour la production répartie d'électricité, avec des systèmes de petite dimension et des sources d'énergie propre modulables.

Industrie Canada, ayant reconnu l'importance que la PV représente, a mandaté le groupe Delphi pour qu'il entreprenne une recherche bibliographique complète, y compris sur le Web, et qu'il consulte plus de 40 experts et intervenants clés afin de :

- Mieux comprendre les marchés existants et naissants de la production répartie d'électricité et plus particulièrement le marché de la PV en réseau au Canada et à l'étranger;
- Déceler et mieux comprendre les problèmes de l'industrie photovoltaïque au Canada et trouver les moyens de les surmonter;
- Déterminer quelles sont les mesures (politiques et programmes) et les partenaires qui permettront de développer le marché photovoltaïque (et de l'énergie propre) canadien et d'augmenter la capacité des fournisseurs à offrir leurs solutions à l'échelle mondiale, pour le plus grand profit économique, social et environnemental du Canada.

L'étude révèle que, malgré la présence de quelques initiatives de promotion des énergies renouvelables comme la PV, un certain nombre d'obstacles doivent être surmontés avant que le marché de la PV en réseau ne puisse décoller au Canada. On dénombre :

i. **Les coûts trop importants :** La technologie photovoltaïque suit un développement et une commercialisation comparables à beaucoup d'autres types de produits fabriqués (les ordinateurs et les téléphones cellulaires, par exemple) et malgré les progrès énormes des 25 dernières années, les coûts d'investissement demeurent encore trop élevés.

ii. **Le cadre commercial et législatif actuel inadapté :** Beaucoup des petits fournisseurs d'électricité ont d'énormes difficultés à vendre leur électricité aux réseaux provinciaux au Canada, souvent à cause des marchés de l'électricité réglementés ou déréglementés qui ont été conçus pour les gros fournisseurs et qui sont de fait entre leurs mains.

iii. **L'incompatibilité entre les normes, les lignes directrices et les modalités des contrats d'interconnexion :** Les incohérences administratives rendent la conception et l'installation des divers systèmes de production répartie (la PV y compris) partout au Canada très difficile. Les obstacles vont de l'interprétation des codes électriques fédéraux, à l'incompatibilité entre les lignes directrices provinciales et municipales relatives aux interconnexions et aux facturations nettes, en passant par des permis de construire et des codes du bâtiment municipaux trop complexes.

iv. **Méconnaissance et incompréhension des applications photovoltaïques et de leurs profits :** Comme toutes les technologies naissantes, expliquer et faire connaître la technologie photovoltaïque aux principaux acteurs et décideurs de ce pays, est un défi à surmonter avant de définir le contenu, les priorités et le calendrier du plan d'action. Ceci est d'autant plus vrai pour la PV que l'éventail de personnes, de gouvernements et d'entreprises publiques et privées impliqués dans le développement des systèmes photovoltaïques en réseau, est large.

Personne ne peut encore prédire le rôle que jouera la PV dans l'avenir énergétique du Canada même s'il est tout de même évident que cette ressource est une aubaine pour le pays. La PV peut en effet répondre aux besoins énergétiques à long terme du Canada, atteindre ses objectifs en matière d'émissions de GES, minimiser la pollution de l'air et les répercussions sur l'environnement et la santé et enfin stimuler une industrie forte et très innovante qui peut offrir des retombées économiques et sociales considérables. Grâce à un engagement de longue durée et d'étroites coopérations entre les secteurs publics et privés, l'industrie photovoltaïque au Canada avec le concours du gouvernement à tous les niveaux, peut jouer un rôle décisif dans l'élaboration des politiques et des programmes qui relèveront les défis actuels, favoriseront la connaissance du marché et catalyseront le marché pendant les 20 prochaines années.

Sachant que la PV et la BIPV ne sont pas la seule solution mais plutôt une partie de la stratégie globale du Canada pour favoriser la consommation des énergies renouvelables et réduire les émissions de GES, une approche en trois étapes, comprenant une série de mesures de programmes et de politiques polyvalentes, a été développée. Chacune de ces étapes ont pour but d'accélérer l'introduction des systèmes photovoltaïques dans le marché canadien tout en encourageant les autres formes de production répartie d'énergie renouvelable. Le plan d'action proposé est illustré dans la page suivante et comporte les dix mesures suivantes :

Réaliser le potentiel de la PV en réseau au Canada

Vision de l'industrie et objectifs stratégiques

Phase I

Poser les fondations

Mesure 1 : Adopter un seul plan stratégique d'action pour l'avenir
Mesure 2 : Finaliser les lignes directrices d'interconnexion et obtenir l'approbation à l'échelle du pays
Mesure 3 : Tirer parti du Plan du Canada sur les changements climatiques

Phase II

Stimuler la demande du marché

Mesure 4 : Établir un marché souple et sûr pour la production répartie d'électricité
Mesure 5 : L'exemple du gouvernement
Mesure 6 : Un début modeste pour un projet d'envergure — Employer des programmes ambitieux de rachat étalé des taux

Phase III

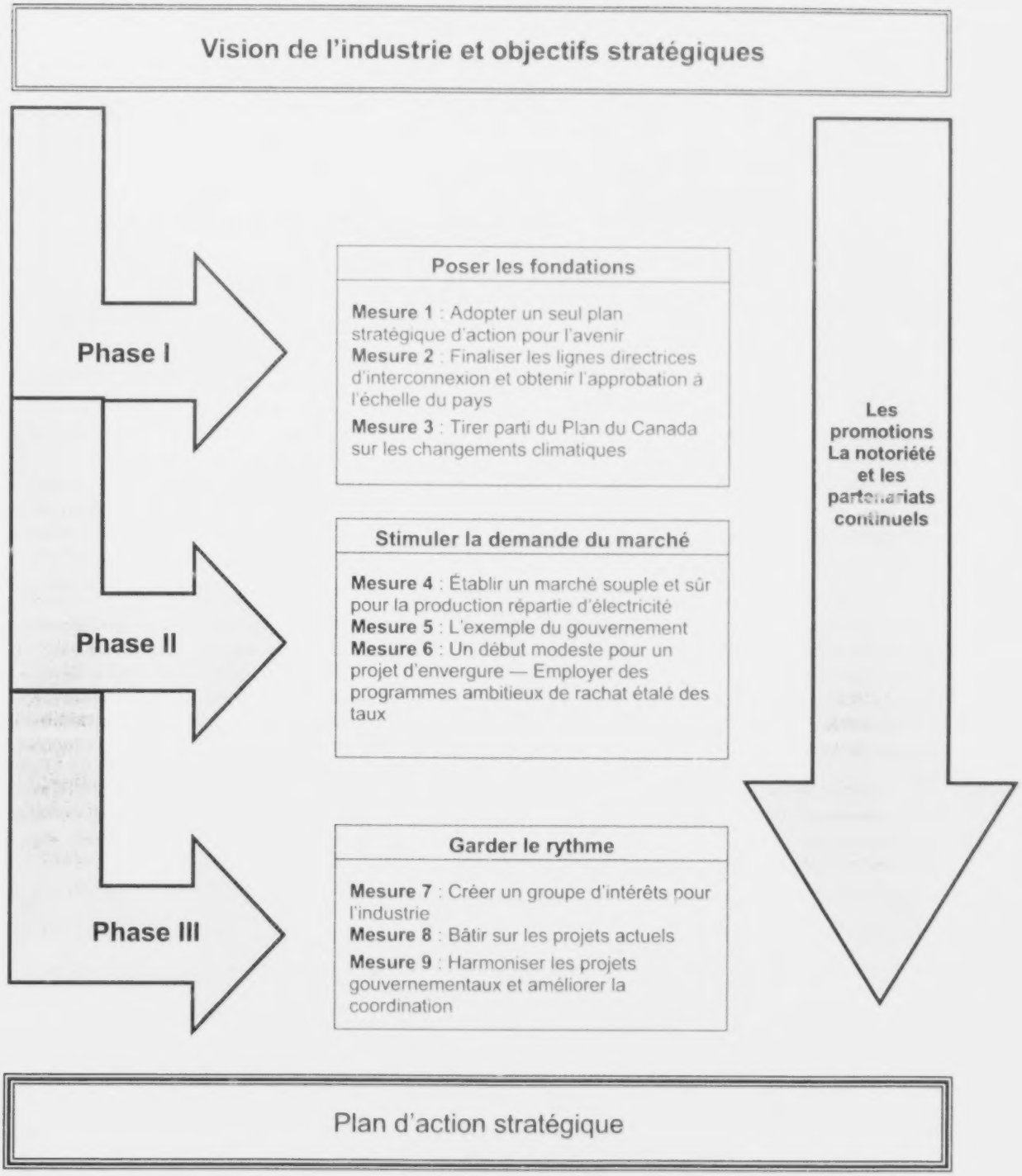
Garder le rythme

Mesure 7 : Créer un groupe d'intérêts pour l'industrie
Mesure 8 : Bâtir sur les projets actuels
Mesure 9 : Harmoniser les projets gouvernementaux et améliorer la coordination

Les promotions La notoriété et les partenariats continuels

Plan d'action stratégique

Réaliser le potentiel de la PV en réseau au Canada



Étape I : Poser les fondations

Mesure 1 : Adopter un seul plan d'action stratégique pour l'avenir — Le leadership des gouvernements fédéral et provinciaux est essentiel pour aller de l'avant, mais le succès est mieux garanti si l'industrie coopère et s'engage à réaliser les mesures précises et ciblées adoptées en commun.

Mesure 2 : Finaliser les lignes directrices d'interconnexion et obtenir l'approbation à l'échelle du pays — MicroPower Connect a publié un document qui présente les instructions d'interconnexion des systèmes de production répartie d'électricité (PRE) de moins de 600 V. Une fois qu'il aura été approuvé au niveau fédéral, tous les secteurs de l'industrie concernés par ces lignes directrices devront travailler de concert pour s'assurer que tous les gouvernements provinciaux et les services publics locaux de l'ensemble du Canada les ont aussi adoptées.

Mesure 3 : Tirer parti du Plan du Canada sur les changements climatiques — L'industrie photovoltaïque doit travailler en étroite collaboration avec les autres secteurs des énergies renouvelables et les principaux acteurs afin que le gouvernement fédéral s'engage à ce que 10 p. 100 de la production des nouvelles installations proviennent de sources d'énergies renouvelables comme la PV.

Étape II : Stimuler la demande du marché

Mesure 4 : Établir un marché souple et sûr pour la production répartie d'électricité — Une forte coopération fédérale-provinciale doit être encouragée, par exemple dans le cadre d'un groupe commun de travail sur la production répartie d'électricité, afin d'améliorer les réglementations et les politiques d'énergie les plus importantes pour éliminer les obstacles actuels et développer le plus possible les sources d'énergie plus efficaces et plus propres.

Mesure 5 : L'exemple du gouvernement — Le gouvernement fédéral doit donner l'exemple en utilisant un large éventail d'énergies propres (dont la PV) par le truchement de programmes d'acquisition agressifs — Plan d'achat d'électricité propre du gouvernement fédéral. Cet exemple pourrait être complété par d'autres programmes financiers promotionnels (tels que les fonds renouvelables) et par des projets d'expansion d'énergie verte dans les municipalités et les services publics.

Mesure 6 : Un début modeste pour un projet d'envergure — Employer des programmes ambitieux de rachat étalé des taux — Sur la base des succès du passé, une approche innovante en plusieurs étapes doit être mise au point et mise en œuvre sur une période de cinq à dix ans, en débutant avec un programme de réduction des taux au niveau municipal qui sera progressivement étendu au niveau national.

Étape III : Garder le rythme

Mesure 7 : Créer un groupe d'intérêts pour l'industrie — L'industrie photovoltaïque doit se regrouper avec ses alliés notamment l'écologie, l'énergie éolienne, la biomasse et les petites centrales hydroélectriques, pour créer un groupe d'intérêts national capable de se faire entendre efficacement et qui pourra coordonner les différentes activités, comme la stratégie nationale de l'énergie propre, au profit de tous.

Mesure 8 : Bâtir sur les projets actuels — Il faut mettre en valeur les succès des projets actuels, soutenir les nouvelles idées les plus performantes, abandonner celles qui ne donnent pas de résultats satisfaisants et favoriser les initiatives complémentaires.

Mesure 9 : Harmoniser les projets gouvernementaux et améliorer la coordination — Les efforts du gouvernement fédéral en matière de PV doivent être plus clairement en accord avec les besoins et les objectifs stratégiques de l'industrie photovoltaïque et des énergies renouvelables (voir par exemple le plan d'action commun de la mesure 1) et avec sa propre politique sur les changements climatiques.

Les promotions, la notoriété et les partenariats continuels *(Mesure 10)*
Il est essentiel que le gouvernement et l'industrie travaillent ensemble afin de maintenir et renforcer les efforts actuels pour augmenter les connaissances et la compétence de ceux qui sont impliqués dans le financement, la conception, la fabrication, la distribution, l'installation et l'exploitation des systèmes photovoltaïques, ainsi que de ceux qui peuvent aider à la promotion de ces produits à l'aide de programmes et de politiques. Le gouvernement et l'industrie ont déjà fait des progrès remarquables dans ce domaine, mais ils doivent poursuivre leurs efforts sur tous les fronts.

2.0 Introduction

La croissance de l'économie mondiale pousse la consommation en énergie vers des sommets jamais atteints; cependant une série de problèmes changent la façon de répondre à cette consommation. Parmi ces problèmes, on discerne deux tendances, claires et étroitement liées, qui accélèrent ce changement. Premièrement, la production d'énergie centralisée se transforme manifestement en une production répartie (PRE) plus petite et plus modulable. Deuxièmement, les sources d'énergie plus durables sont de plus en plus recherchées, particulièrement pour la production d'électricité en réseau dans les pays développés.

La PRE implique un large éventail de sources d'énergie, notamment les petites centrales hydroélectriques, la biomasse, le vent et les microturbines à gaz naturel. Les systèmes photovoltaïques (PV) en réseau, et en particulier l'intégration des panneaux solaires aux immeubles (BIPV)[1] font partie intégrante des options de la PRE, comme en témoignent les pays tels que le Danemark, le Japon, la Suisse, le Royaume-Uni et les États-Unis (la Californie tout particulièrement).

Ces pays et d'autres comme l'Allemagne et l'Espagne se sont attaqués agressivement aux problèmes qui freinent traditionnellement la progression de la PV et des autres sources d'énergie propre. Des politiques et des programmes nouveaux qui changent la dynamique de la structure de coûts sont actuellement mis en œuvre. En offrant des encouragements financiers aux acheteurs et aux fabricants, ils encouragent l'investissement, accélèrent l'utilisation de la PV dans les marchés intérieurs et favorisent les principaux débouchés extérieurs tels que ceux des pays en voie de développement comme la Chine.

Étant doté de ressources d'énergie renouvelable immenses et faciles à exploiter et de quelques-unes des meilleures entreprises technologiques au monde, pourquoi le Canada continue-t-il à adopter une attitude si frileuse à l'égard de la PV en réseau et des énergies renouvelables en général? Quelles sont les mesures qui pourraient être facilement mises en œuvre pour bâtir sur les premiers progrès du Canada en la matière, accélérer l'introduction des systèmes photovoltaïques en réseau dans le marché intérieur et aider à construire une industrie dérivée autonome? Quels sont les profits économiques, sociaux et environnementaux qui découleront des politiques et des programmes en faveur des énergies renouvelables?

Pour répondre entre autres à ces questions et pour trouver une stratégie efficace, Industrie Canada, qui considère la PV comme une aubaine pour le pays, a mandaté le groupe Delphi pour qu'il exploite la mine de savoir et d'expérience qui existe au Canada afin de :

- Mieux comprendre les marchés existants et naissants de la production répartie d'électricité et plus particulièrement le marché de la PV en réseau au Canada et à l'étranger;
- Déceler et mieux comprendre les problèmes de l'industrie photovoltaïque au Canada et trouver les moyens de les surmonter;
- Déterminer quelles sont les mesures (politiques et programmes) et les partenaires qui permettront de développer le marché photovoltaïque (et de l'énergie propre) canadien et d'augmenter la capacité des fournisseurs à offrir leurs solutions à l'échelle mondiale, pour le plus grand profit économique, social et environnemental du Canada.

[1] BIPV fait référence à tout système PV intégré dans, installé sur ou à coté, d'une résidence, d'un bâtiment commercial ou industriel.

2.1 Méthode

Pour s'acquitter de cette tâche importante et complexe, le groupe Delphi a travaillé en étroite collaboration avec Électro-Fédération Canada Inc, des représentants stratégiques du gouvernement en poste à Industrie Canada et à RNCan et un large éventail d'experts de l'industrie. Quelques outils de recherche employés :

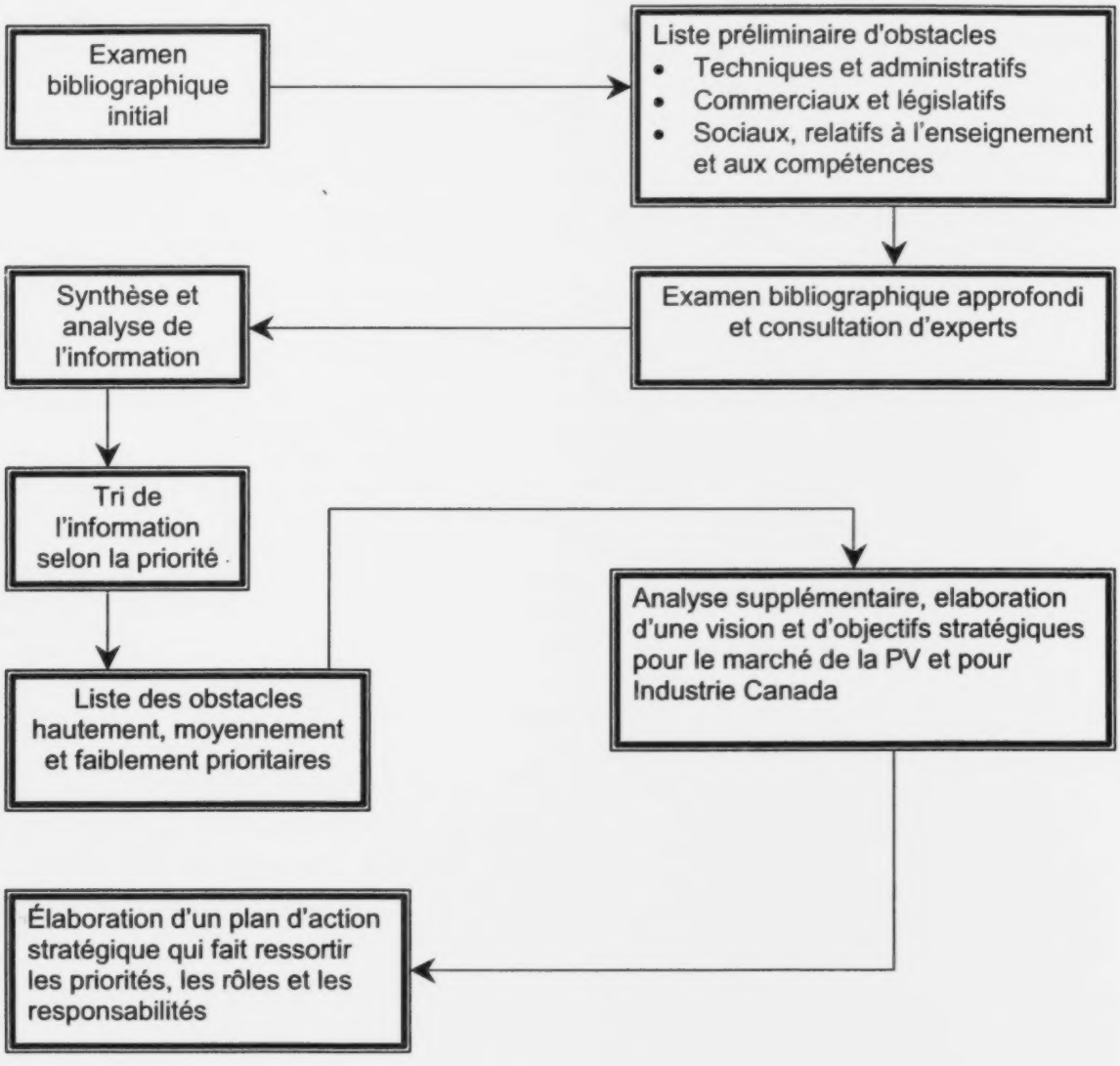
i) Une recherche bibliographique exhaustive, qui comporte l'information en ligne, sur l'état actuel de l'industrie et du marché de la PV en particulier et des énergies renouvelables en général. La bibliographie est fournie dans l'annexe A.

ii) Des discussions avec des membres du gouvernement et du comité directeur sur l'interconnexion ont été menées en tête à tête pour mieux profiter du savoir et de l'expérience des personnes consultées.

iii) Environ 40 interviews très informatives ont été entreprises auprès d'experts du domaine de l'énergie et avec des personnes de divers horizons influentes dans l'industrie photovoltaïque. Une liste des personnes consultées pour cette étude est disponible à l'annexe C.

Delphi a d'abord regroupé puis analysé la somme des renseignements recueillis. Le chapitre 6 résume les principaux défis auxquels doit faire face l'industrie photovoltaïque. Les stratégies pour atténuer, réduire ou supprimer ces obstacles ont été élaborées d'après les renseignements ci-dessus, des modèles performants et la propre expérience de Delphi. Le chapitre 7 résume les stratégies en précisant les actions essentielles (les politiques, les programmes, les procédures pour impliquer les intervenants, etc.), les acteurs clés qui devraient intervenir et les partenariats à former.

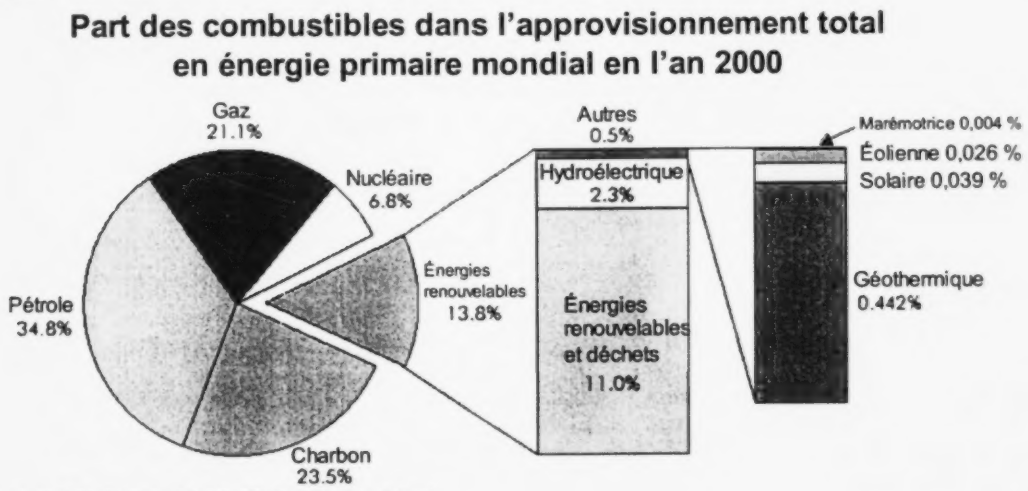
Méthode


Examen bibliographique initial
Liste préliminaire d'obstacles
• Techniques et administratifs
• Commerciaux et législatifs
• Sociaux, relatifs à l'enseignement et aux compétences
Examen bibliographique approfondi et consultation d'experts
Synthèse et analyse de l'information
Tri de l'information selon la priorité
Liste des obstacles hautement, moyennement et faiblement prioritaires
Analyse supplémentaire, elaboration d'une vision et d'objectifs stratégiques pour le marché de la PV et pour Industrie Canada
Élaboration d'un plan d'action stratégique qui fait ressortir les priorités, les rôles et les responsabilités

3.0 La tendance vers une production répartie d'électricité plus durable

En l'an 2000, les énergies renouvelables ont contribué à environ 13,8 p. 100 de la consommation mondiale d'énergie primaire, dont 0,039 p. 100 représentait uniquement l'énergie photovoltaïque solaire (voir la figure 1). Il ne faut pas s'arrêter à l'insignifiance de ce chiffre, mais plutôt considérer la rapide augmentation avec laquelle les énergies renouvelables, et plus particulièrement la PV, ont progressé au cours des dernières décennies. En fait, la croissance des énergies renouvelables a été comparable à la croissance annuelle de l'approvisionnement total en énergie primaire, avoisinant les 2 p. 100 par an pendant les 30 dernières années. La croissance annuelle de la PV et de quelques autres énergies renouvelables comme l'énergie marémotrice, l'énergie éolienne, l'énergie thermique solaire et l'énergie géothermique solaire est encore plus remarquable puisqu'elle atteint les 9 p. 100[2].

Figure 1 : Production mondiale d'énergie primaire



Source: IEA, Renewables in Global Energy Supply

Comme mentionné dans l'introduction, la croissance rapide des énergies alternatives est le résultat de la combinaison de deux effets : un mouvement planétaire accru pour les sources d'énergie plus durables et une transition vers une production répartie d'électricité plus petite et plus modulable. Comme d'habitude, ces tendances sont :

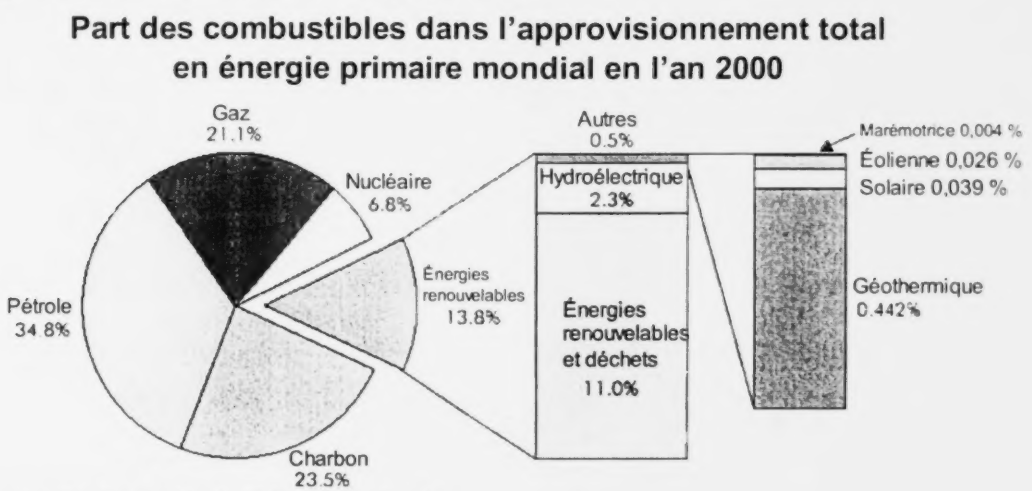
1. **Entraînées** par la demande, surtout d'un certain nombre de pays technologiquement avancés de l'OCDE (leur gouvernement et des sociétés industrielles et commerciales telles que Dupont ou Interface), mais aussi de pays en voie de développement (principalement grâce aux institutions financières internationales)
2. **Incitées** par les gros fournisseurs internationaux comme BP Solarex et Shell et par de nombreuses petites entreprises technologiques qui ont toutes apporté une contribution financière et humaine considérable pour développer la PV. Ils sont bien sûr motivés par le potentiel de cette technologie et les multiples retombées de leur investissement —

[2] « IEA, Renewables in Global Energy Supply »

3.0 La tendance vers une production répartie d'électricité plus durable

En l'an 2000, les énergies renouvelables ont contribué à environ 13,8 p. 100 de la consommation mondiale d'énergie primaire, dont 0,039 p. 100 représentait uniquement l'énergie photovoltaïque solaire (voir la figure 1). Il ne faut pas s'arrêter à l'insignifiance de ce chiffre, mais plutôt considérer la rapide augmentation avec laquelle les énergies renouvelables, et plus particulièrement la PV, ont progressé au cours des dernières décennies. En fait, la croissance des énergies renouvelables a été comparable à la croissance annuelle de l'approvisionnement total en énergie primaire, avoisinant les 2 p. 100 par an pendant les 30 dernières années. La croissance annuelle de la PV et de quelques autres énergies renouvelables comme l'énergie marémotrice, l'énergie éolienne, l'énergie thermique solaire et l'énergie géothermique solaire est encore plus remarquable puisqu'elle atteint les 9 p. 100[2].

Figure 1 : Production mondiale d'énergie primaire



Source: IEA, Renewables in Global Energy Supply

Comme mentionné dans l'introduction, la croissance rapide des énergies alternatives est le résultat de la combinaison de deux effets : un mouvement planétaire accru pour les sources d'énergie plus durables et une transition vers une production répartie d'électricité plus petite et plus modulable. Comme d'habitude, ces tendances sont :

1. **Entraînées** par la demande, surtout d'un certain nombre de pays technologiquement avancés de l'OCDE (leur gouvernement et des sociétés industrielles et commerciales telles que Dupont ou Interface), mais aussi de pays en voie de développement (principalement grâce aux institutions financières internationales)
2. **Incitées** par les gros fournisseurs internationaux comme BP Solarex et Shell et par de nombreuses petites entreprises technologiques qui ont toutes apporté une contribution financière et humaine considérable pour développer la PV. Ils sont bien sûr motivés par le potentiel de cette technologie et les multiples retombées de leur investissement —

[2] « IEA, Renewables in Global Energy Supply »

par exemple, de plus faibles coûts à long terme, moins de risques et de responsabilités, une meilleure image de marque, une valorisation du permis d'exploitation et une valeur actionnariale accrue.

Les rapports des plus importantes organisations mondiales et la formidable détermination de nombreux pays technologiquement avancés à développer les ER et la PRE démontrent de façon évidente que tous intègrent l'énergie solaire dans leur stratégie énergétique. La motivation de ces gouvernements et de ces organisations tient à un certain nombre de forces convergentes, dont :

- **L'action internationale sur les changements climatiques et le protocole de Kyoto** — Il est mondialement reconnu que l'activité humaine influence de façon considérable le climat à l'échelle planétaire par l'émission rapidement croissante de gaz à effet de serre (GES). En conséquence, plus de 180 pays ont conclu et signé le protocole de Kyoto, 106 d'entre eux l'ont ratifié et ont poussé les pays développés à adopter des mesures concrètes de réduction des émissions nationales de GES d'ici 2008 à 2010.

Figure 2 : Les forces convergentes de la demande

- **Le prix des combustibles fossiles et la sécurité énergétique** — Les incertitudes sur les réserves en combustible fossile et l'instabilité des prix rendent les utilisateurs finaux inquiets. Ces derniers réagissent en baissant leurs investissements financiers et technologiques pour les énergies fossiles. Ils cherchent également à produire leur propre énergie et se tournent vers des sources plus fiables et à prix stables.
- **La prise de conscience de la relation entre la qualité de l'air et la santé** pousse les gouvernements à réduire la pollution de l'air pour les générations futures par de nouvelles réglementations et en encourageant les entreprises à rechercher à réduire les émissions indésirables.
- **Le progrès technologique et la baisse des prix de l'électricité répartie** — La presque totalité des sources d'énergie renouvelable et plus durable (comme les microturbines à gaz naturel par exemple) ont bénéficié d'importantes avancées technologiques qui ont rendu de nombreux systèmes d'énergie répartie plus économiques et dans certains cas, compétitifs avec les systèmes traditionnels.
- **Le déréglementation de l'électricité** qui devrait accroître la compétition et les rendements, élargit les choix du consommateur, crée un marché où le prix réel de l'électricité détermine la demande et offre une nouvelle chance à l'intégration en réseau (en Amérique du Nord par exemple) qui à son tour favorise considérablement la production répartie.

L'effet conjugué de ces forces convergentes et de quelques autres a fait en sorte que « la production répartie, et plus particulièrement la PV en réseau, est devenue le nerf de la planification énergétique. »[3] De plus, les gouvernements, notamment en Europe, aux Etats-Unis, au Japon et dans les grandes économies émergentes, comme l'Inde et la Chine, instaurent des lois et des programmes en faveur de la PV et plus généralement de la production répartie d'énergie renouvelable. Les entreprises, de leur coté, investissent dans les énergies propres pour réduire les risques, les émissions de GES et les coûts et améliorer leur image de marque.

3.1 Les retombées positives importantes de la PV

Bien que le prix de la technologie de la PV en réseau soit moins concurrentiel que celui des autres formes d'énergies traditionnelles ou renouvelables, les profits environnementaux, sociaux et économiques qu'elle engendre sont considérables et parfois oubliés. En particulier, le déploiement du marché de la PV offre beaucoup d'autres avantages en dehors de la propreté, de la sécurité et de la meilleure qualité de l'énergie qu'elle procure. Par exemple, la production d'électricité photovoltaïque au cours d'une journée suit la courbe de la puissance appelée et soulage ainsi les réseaux conventionnels aux heures de pointe. De plus, la production répartie d'électricité réduit la dépendance à d'importantes sources isolées par l'installation de sources d'électricité plus fiables (en sélectionnant la taille, le type et l'emplacement appropriés), distinctes et séparées. Les coûts d'infrastructure de transport et de distribution (p. ex. l'exploitation, la maintenance, la modernisation, etc.) et les pertes liées au transport sont par conséquent réduits. L'énergie solaire est unique en ce sens qu'elle est disponible partout contrairement à toute autre source d'énergie;[4] elle peut donc remplacer n'importe quel système hybride autonome d'électricité.

Le projet du million de toits solaires du président des États-Unis

En 1997, l'ancien président américain W. J. Clinton annonçait le « projet du million de toits solaires ». Ce programme prévoit qu'un million de toits aux États-Unis doivent être équipés d'un système photovoltaïque ou d'un système thermique solaire pour le chauffage de l'eau, de la piscine ou des locaux. Le plan « associé » avec ses « programmes photovoltaïques respectueux de l'environnement » présente un intérêt particulier — huit services publics s'y sont joints et commercialisent de l'énergie propre différemment. De plus, les particuliers peuvent bénéficier de crédits d'impôt pouvant atteindre 2000 $US.

Du point de vue environnemental, la PV ne produit aucune émission (NO_x, SO_x, particules, etc.) et constitue une source d'énergie renouvelable de moindre intensité carbonique. La PV dispose de deux atouts indiscutables sur les sources d'énergie conventionnelles : la discrétion dans l'environnement, surtout pour les panneaux solaires installés sur les toits ou intégrés aux immeubles, et l'absence de transport de carburant au site générateur d'électricité.

Du point de vue architectural, la BIPV offre d'intéressantes possibilités sur le plan de la créativité et de l'amélioration de la conception et de la construction. Les modules solaires sont généralement meilleurs que les matériaux de construction conventionnels, comme les tuiles ou le bardage, sans compter les choix de surface et de couleur ainsi que leurs qualités intrinsèques comme l'isolation thermique et acoustique.

[3] S. Blankinship, «Distributed Generation: Genie is out of the Bottle», *Power Engineering*, Vol. 103, Issue 3, March 2003.
[4] Au Canada, le soleil brille fortement pendant 3 à 4 heures par jour en moyenne sur un an

par exemple, de plus faibles coûts à long terme, moins de risques et de responsabilités, une meilleure image de marque, une valorisation du permis d'exploitation et une valeur actionnariale accrue.

Les rapports des plus importantes organisations mondiales et la formidable détermination de nombreux pays technologiquement avancés à développer les ER et la PRE démontrent de façon évidente que tous intègrent l'énergie solaire dans leur stratégie énergétique. La motivation de ces gouvernements et de ces organisations tient à un certain nombre de forces convergentes, dont :

- **L'action internationale sur les changements climatiques et le protocole de Kyoto** — Il est mondialement reconnu que l'activité humaine influence de façon considérable le climat à l'échelle planétaire par l'émission rapidement croissante de gaz à effet de serre (GES). En conséquence, plus de 180 pays ont conclu et signé le protocole de Kyoto, 106 d'entre eux l'ont ratifié et ont poussé les pays développés à adopter des mesures concrètes de réduction des émissions nationales de GES d'ici 2008 à 2010.

Figure 2 : Les forces convergentes de la demande

- **Le prix des combustibles fossiles et la sécurité énergétique** — Les incertitudes sur les réserves en combustible fossile et l'instabilité des prix rendent les utilisateurs finaux inquiets. Ces derniers réagissent en baissant leurs investissements financiers et technologiques pour les énergies fossiles. Ils cherchent également à produire leur propre énergie et se tournent vers des sources plus fiables et à prix stables.
- **La prise de conscience de la relation entre la qualité de l'air et la santé** pousse les gouvernements à réduire la pollution de l'air pour les générations futures par de nouvelles réglementations et en encourageant les entreprises à rechercher à réduire les émissions indésirables.
- **Le progrès technologique et la baisse des prix de l'électricité répartie** — La presque totalité des sources d'énergie renouvelable et plus durable (comme les microturbines à gaz naturel par exemple) ont bénéficié d'importantes avancées technologiques qui ont rendu de nombreux systèmes d'énergie répartie plus économiques et dans certains cas, compétitifs avec les systèmes traditionnels.
- **Le déréglementation de l'électricité** qui devrait accroître la compétition et les rendements, élargit les choix du consommateur, crée un marché où le prix réel de l'électricité détermine la demande et offre une nouvelle chance à l'intégration en réseau (en Amérique du Nord par exemple) qui à son tour favorise considérablement la production répartie.

L'effet conjugué de ces forces convergentes et de quelques autres a fait en sorte que « la production répartie, et plus particulièrement la PV en réseau, est devenue le nerf de la planification énergétique. »[3] De plus, les gouvernements, notamment en Europe, aux Etats-Unis, au Japon et dans les grandes économies émergentes, comme l'Inde et la Chine, instaurent des lois et des programmes en faveur de la PV et plus généralement de la production répartie d'énergie renouvelable. Les entreprises, de leur coté, investissent dans les énergies propres pour réduire les risques, les émissions de GES et les coûts et améliorer leur image de marque.

3.1 Les retombées positives importantes de la PV

Bien que le prix de la technologie de la PV en réseau soit moins concurrentiel que celui des autres formes d'énergies traditionnelles ou renouvelables, les profits environnementaux, sociaux et économiques qu'elle engendre sont considérables et parfois oubliés. En particulier, le déploiement du marché de la PV offre beaucoup d'autres avantages en dehors de la propreté, de la sécurité et de la meilleure qualité de l'énergie qu'elle procure. Par exemple, la production d'électricité photovoltaïque au cours d'une journée suit la courbe de la puissance appelée et soulage ainsi les réseaux conventionnels aux heures de pointe. De plus, la production répartie d'électricité réduit la dépendance à d'importantes sources isolées par l'installation de sources d'électricité plus fiables (en sélectionnant la taille, le type et l'emplacement appropriés), distinctes et séparées. Les coûts d'infrastructure de transport et de distribution (p. ex. l'exploitation, la maintenance, la modernisation, etc.) et les pertes liées au transport sont par conséquent réduits. L'énergie solaire est unique en ce sens qu'elle est disponible partout contrairement à toute autre source d'énergie;[4] elle peut donc remplacer n'importe quel système hybride autonome d'électricité.

Le projet du million de toits solaires du président des États-Unis

En 1997, l'ancien président américain W. J. Clinton annonçait le « projet du million de toits solaires ». Ce programme prévoit qu'un million de toits aux États-Unis doivent être équipés d'un système photovoltaïque ou d'un système thermique solaire pour le chauffage de l'eau, de la piscine ou des locaux. Le plan « associé » avec ses « programmes photovoltaïques respectueux de l'environnement » présente un intérêt particulier — huit services publics s'y sont joints et commercialisent de l'énergie propre différemment. De plus, les particuliers peuvent bénéficier de crédits d'impôt pouvant atteindre 2000 $US.

Du point de vue environnemental, la PV ne produit aucune émission (NO_x, SO_x, particules, etc.) et constitue une source d'énergie renouvelable de moindre intensité carbonique. La PV dispose de deux atouts indiscutables sur les sources d'énergie conventionnelles : la discrétion dans l'environnement, surtout pour les panneaux solaires installés sur les toits ou intégrés aux immeubles, et l'absence de transport de carburant au site générateur d'électricité.

Du point de vue architectural, la BIPV offre d'intéressantes possibilités sur le plan de la créativité et de l'amélioration de la conception et de la construction. Les modules solaires sont généralement meilleurs que les matériaux de construction conventionnels, comme les tuiles ou le bardage, sans compter les choix de surface et de couleur ainsi que leurs qualités intrinsèques comme l'isolation thermique et acoustique.

[3] S. Blankinship, «Distributed Generation: Genie is out of the Bottle», *Power Engineering*, Vol. 103, Issue 3, March 2003.
[4] Au Canada, le soleil brille fortement pendant 3 à 4 heures par jour en moyenne sur un an

Photo 1: Exemple d'installation de BIPV

Avec la permission de ARISE Technologies Corporation

Les avantages socioéconomiques de la PV au Canada comportent la création d'emplois hautement qualifiés, une innovation croissante accompagnée de progrès technologiques et une industrie d'exportation forte, régulière et durable. Enfin, il faut reconnaître que l'adoption de la PV symbolise une vision de l'avenir et d'une responsabilité envers la durabilité de l'environnement. Les particuliers et les entreprises sont sur le point de profiter de sa concrète réalisation.

Tableau 1 : Les autres avantages des systèmes photovoltaïques.

Catégorie	Valeurs potentielles
Électrique	➢ KWh produits et capacité en kW ➢ production et capacité de réponse aux heures de pointe ➢ réduction de l'appel de puissance aux services publics ➢ électricité disponible en cas d'urgence ➢ soutien aux réseaux ruraux, coûts de transport et pertes de distribution réduits ➢ amélioration de la fiabilité et de la résistance du réseau, du contrôle du voltage en particulier aux heures de pointe ➢ filtrage des harmoniques et compensation de puissance réactive
Enviro-nnementale	➢ meilleur rapport d'énergie produite sur la durée de vie ➢ réduction des émissions dans l'air de particules, de métaux lourds, de CO_2, NO_x et SO_x qui a pour conséquence de réduire l'effet de serre, les pluies acides et le smog ➢ réduction de la surface occupée au sol par la station productrice et de la consommation d'eau ➢ réduction des effets sur le développement urbain ➢ réduction de la déforestation pour produire du combustible ➢ réduction des risques nucléaires
Architecturale	➢ matériaux de construction alternatifs ➢ multiples fonctions comme l'isolation contre la chaleur, le froid, le son et la lumière du jour, la protection contre l'eau, le feu et le vent, la récupération et la dissipation thermique ➢ attrait esthétique grâce à la couleur, la transparence et aux surfaces non réfléchissantes

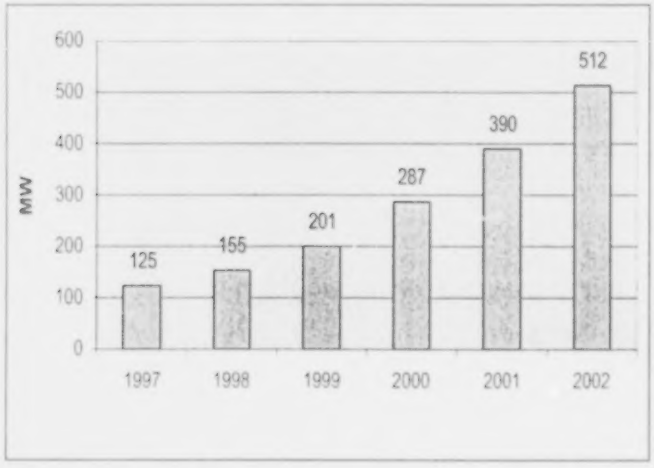
	➢ réduction de l'énergie intrinsèque du bâtiment ➢ réflexion des ondes électromagnétiques ➢ réduction de l'entretien du bâtiment et de la fréquence de remplacement du toit
Socio-économique	➢ création d'entreprises, produits et marchés nouveaux engendrant une création d'emploi local pour l'installation et le service ➢ choix local, utilisation et contrôle des ressources, possibilité d'installer des champs de panneaux solaires et construction plus rapide ➢ modularité qui améliore la réponse à l'appel de puissance et réduit l'instabilité des prix ➢ diversification des ressources et réduction de l'importation de combustible ➢ suppression d'importantes mises de fonds pour la construction d'une centrale de production d'électricité ou pour la modernisation des lignes de transport et de distribution ➢ renouvellement urbain, développement rural ➢ moins d'effets externes (impact sur l'environnement, mouvement de population, construction d'infrastructures) qu'avec les énergies fossiles et nucléaires ➢ dans les régions rurales, réduction des coûts de transport du combustible et de la pollution par les combustibles fossiles ➢ réduction des risques d'accidents nucléaires ➢ symbole de développement durable et éducation pour un avenir viable ➢ possibilité d'une coopération et d'une aide internationale à long terme avec les pays en voie de développement

Reproduction à partir du tableau « IEA-PVPS T1 – 09: 2001. Added Values of Photovoltaic PV Systems »

4.0 Le marché mondial photovoltaïque — un phénomène à croissance rapide

Dans un style concis, on pourrait qualifier la puissance actuellement installée dans le monde d' « impressionnante et d'en pleine expansion ». En 2002 en effet, la production mondiale d'électricité engendrée par les modules photovoltaïques a augmentée de 31 p. 100 par rapport à 2001, passant ainsi de 390 mégawatts (MW) à 512 MW. Cette énergie (512 MW), produite par des nouvelles installations, représente la consommation annuelle de plus de 500 000 familles. Comme illustré dans la figure 3, la demande mondiale en PV s'est accélérée depuis 1997 avec un taux de croissance qui se situe entre 23 et 35 p. 100 par an. Et, de fait, l'industrie photovoltaïque mondiale engendre aujourd'hui des revenus totaux de 2 milliards de dollars US. Bien que ce chiffre soit relativement faible en comparaison avec d'autres sources d'énergie, les données actuelles laissent penser que les revenus devraient dépasser les 10 milliards de dollars US d'ici 2010[5].

Figure 3 : La production mondiale de cellules et de modules en MW



Cette croissance démontre qu'après 20 ans de recherche et d'effort pour réduire les coûts, la PV est enfin parvenu à maturité. L'industrie photovoltaïque est en pleine expansion aussi bien dans les pays développés que dans les pays en voie de développement. Dans les pays en voie de développement, la croissance est axée sur les énormes besoins de production d'électricité de première nécessité puisque plus de 2 milliards d'individus ne disposent d'aucune forme d'électricité, et la majorité vivant sous un climat ensoleillé et ayant des besoins qui ne justifient pas la construction de grosses centrales électriques et de kilomètres de lignes électriques.

Source de données : P. Maycock, PV News, Vol. 22, No. 3, avril 2003

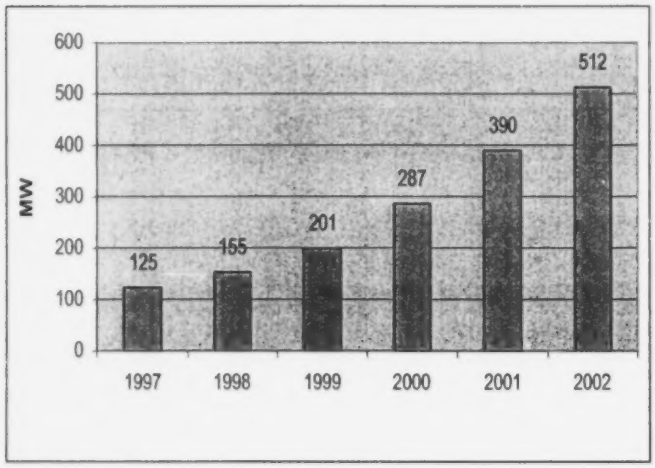
Mais pour le moment, le gros de la croissance vient surtout du Japon et de l'Allemagne qui adoptent des programmes agressifs d'installation d'équipement solaire. En 2001 par exemple, ces deux pays ont contribué à eux seuls à 79 p. 100 des 257 MW des PV en réseau installés (122 MW au Japon et 81 MW en Allemagne). En ajoutant la contribution des États-Unis, ce chiffre atteint 85 p. 100. La forte croissance ne se dément pas au Japon et la figure 4 qui indique l'énergie photovoltaïque installée par habitant (3,6 W)[6], montre clairement son leadership.

[5] Renewable Energy World Vol.6 No. 1 (P.44)
[6] AIE — Les tendances de la PV en 1992 — 2001

4.0 Le marché mondial photovoltaïque — un phénomène à croissance rapide

Dans un style concis, on pourrait qualifier la puissance actuellement installée dans le monde d' « impressionnante et d'en pleine expansion ». En 2002 en effet, la production mondiale d'électricité engendrée par les modules photovoltaïques a augmentée de 31 p. 100 par rapport à 2001, passant ainsi de 390 mégawatts (MW) à 512 MW. Cette énergie (512 MW), produite par des nouvelles installations, représente la consommation annuelle de plus de 500 000 familles. Comme illustré dans la figure 3, la demande mondiale en PV s'est accélérée depuis 1997 avec un taux de croissance qui se situe entre 23 et 35 p. 100 par an. Et, de fait, l'industrie photovoltaïque mondiale engendre aujourd'hui des revenus totaux de 2 milliards de dollars US. Bien que ce chiffre soit relativement faible en comparaison avec d'autres sources d'énergie, les données actuelles laissent penser que les revenus devraient dépasser les 10 milliards de dollars US d'ici 2010[5].

Figure 3 : La production mondiale de cellules et de modules en MW



Cette croissance démontre qu'après 20 ans de recherche et d'effort pour réduire les coûts, la PV est enfin parvenu à maturité. L'industrie photovoltaïque est en pleine expansion aussi bien dans les pays développés que dans les pays en voie de développement. Dans les pays en voie de développement, la croissance est axée sur les énormes besoins de production d'électricité de première nécessité puisque plus de 2 milliards d'individus ne disposent d'aucune forme d'électricité, et la majorité vivant sous un climat ensoleillé et ayant des besoins qui ne justifient pas la construction de grosses centrales électriques et de kilomètres de lignes électriques.

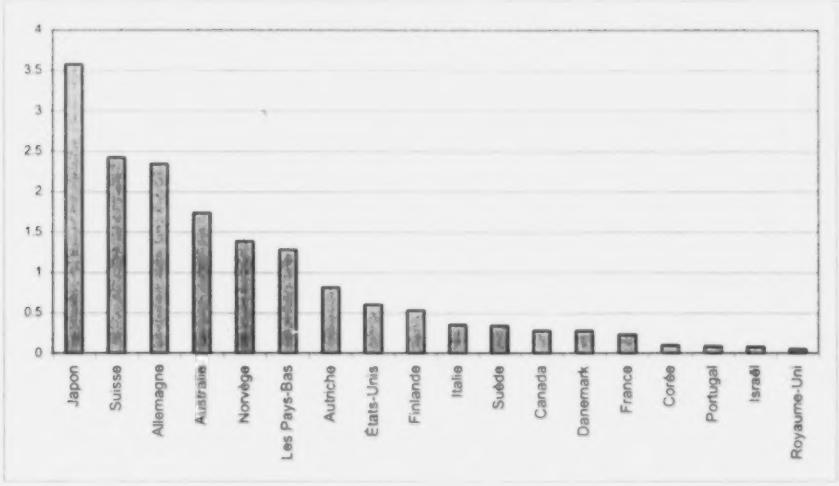
Source de données : P. Maycock, PV News, Vol. 22, No. 3, avril 2003

Mais pour le moment, le gros de la croissance vient surtout du Japon et de l'Allemagne qui adoptent des programmes agressifs d'installation d'équipement solaire. En 2001 par exemple, ces deux pays ont contribué à eux seuls à 79 p. 100 des 257 MW des PV en réseau installés (122 MW au Japon et 81 MW en Allemagne). En ajoutant la contribution des États-Unis, ce chiffre atteint 85 p. 100. La forte croissance ne se dément pas au Japon et la figure 4 qui indique l'énergie photovoltaïque installée par habitant (3,6 W)[6], montre clairement son leadership.

[5] Renewable Energy World Vol.6 No. 1 (P.44)
[6] AIE — Les tendances de la PV en 1992 — 2001

Mais cette forte croissance semble s'étendre maintenant que les prix baissent et que de plus en plus de pays et d'entreprises s'aperçoivent des bénéfices et des avantages de la PV. Greenpeace et l'EPIA prédisent même un brillant avenir planétaire au PV. Comme l'illustre la figure 5, ces organisations estiment que plus d'un milliard de personnes utiliseront l'énergie solaire d'ici 2020. La PV est aussi supposée créer des emplois à l'échelle mondiale, 2 millions environ en 2020, essentiellement sous la forme de petites et moyennes entreprises.

Figure 4 : Total des installations photovoltaïques en watts par habitant en 2001

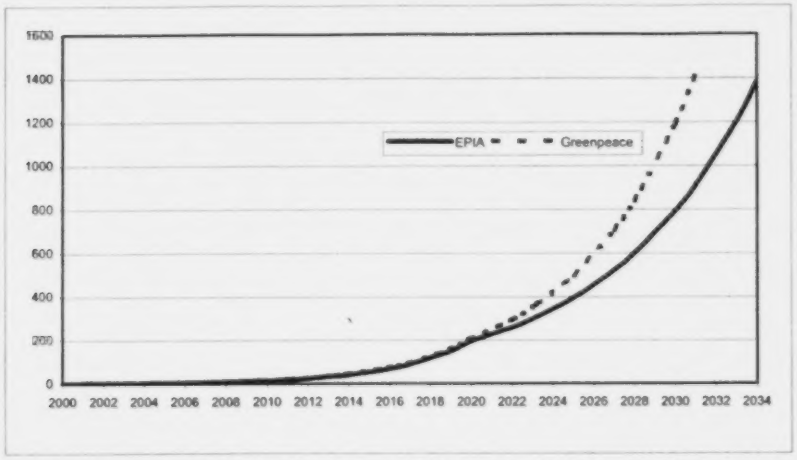


Source : *IEA Photovoltaic Power Systems Program* disponible sur le site Web http://www.iea-pvps.org/

Il est communément admis que le marché rural des pays en voie de développement constitue le plus grand potentiel de croissance annuelle. Ce sont en réalité les applications commerciales en réseau des pays développés qui dominent aujourd'hui le haut du pavé, même si jusqu'en 1999, la plupart des systèmes installés dans les pays développés n'étaient pas encore connectés à un réseau. Par exemple, entre 1990 et la fin de 2001, la capacité totale installée connectée à un réseau est passée de 29 p. 100 seulement à 68 p. 100, dont 93 p. 100 venait des systèmes répartis (voir la figure 6). Cette tendance est particulièrement forte au Japon, aux États-Unis et en Europe qui représentent maintenant plus de 90 p. 100 du marché mondial de la PV, dont plus de 50 p. 100 est connecté à un réseau commercial et résidentiel[7].

[7] IEA-PVPS, « PV Power in 3 IES-PVPS countries », 2002, disponible sur le site Web http://www.iea-pvps.org/.

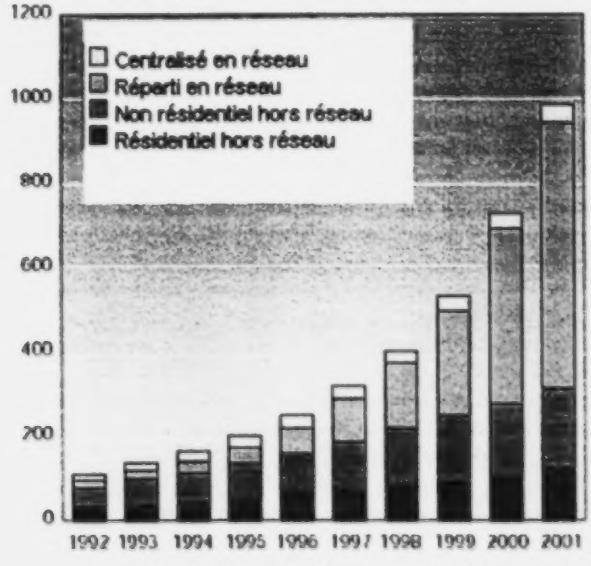
Figure 5: Capacité mondiale cumulée de la PV selon des données de l'EPIA et de Greenpeace (GW)



Source : *Learning and Diffusion for Wind and Solar Power Technologies*, Monographie dans le cadre du projet VLEEM [Rapport ECN 2001]

Les pays de l'OCDE préfèrent se concentrer sur les PV en réseau parce que la plupart de leurs résidents sont déjà connectés sur un réseau, ce qui rend les PV hors réseau deux fois plus chers à installer. En 2000 aux États-Unis par exemple, les coûts d'investissement pour les systèmes en réseau dans une région donnée montaient à 5 700 $/kW, tandis qu'ils s'élevaient à 13 900 $/kW pour les systèmes hors réseau (avec stockage dans des batteries)[8].

Figure 6 : Parts de marché proportionnelles de la PV en réseau contre la PV hors réseau. Capacité installée cumulée (MW)



Définition des légendes :

- *Centralisé en réseau* s'entend des systèmes photovoltaïques importants (jusqu'à 1 MWp) qui sont construits pour délivrer l'électricité directement au réseau;
- *Réparti en réseau* s'entend des systèmes plus petits (tels que les BIPV résidentielle, commerciale et industrielle) qui sont installés sur le bâtiment de l'utilisateur final, généralement du coté du compteur du service public;
- *Non résidentiel (commercial ou industriel) hors réseau* s'entend des systèmes pour des applications comme le pompage de l'eau, la signalisation, la communication, la surveillance, la sécurité et la protection;

[8] Source : *Learning and Diffusion for Wind and Solar Power Technologies*, Monographie dans le cadre du projet VLEEM [Rapport ECN 2001]

- *Résidentiel hors réseau* s'entend des systèmes pour les maisons qui ne sont pas connectées au réseau parce qu'elles n'y ont pas accès.

Source : Programme des systèmes d'énergie photovoltaïque disponible sur le site Web http://www.iea-pvps.org/

Maintenant que l'industrie mondiale de la PV progresse à un rythme effréné, les grandes tendances se clarifient :

- La croissance des applications photovoltaïques hors réseau provient essentiellement de l'électrification des zones rurales dans les pays en développement;
- Les applications en réseau progressent presque exclusivement dans les pays développés comme le Japon, l'Allemagne, les États-Unis et les Pays Bas[9] grâce à des programmes gouvernementaux énergiques soutenus par les services publics.
- Le marché principal des produits de consommation solaires se situe dans les pays développés, en particulier en Amérique du Nord. La vaste majorité de ces produits sont fabriqués dans les pays de l'Asie de l'Est, et en particulier en Chine, bien qu'il y ait aussi de gros fabricants en essor dans les pays en développement;
- La plupart des produits photovoltaïques, en particulier les cellules et les modules, sont encore fabriqués dans les pays développés. Mais la tendance à la production locale avec impartition des procédés hautement demandeurs en main-d'œuvre commence à être en vogue, surtout chez les fabricants de produits de consommation solaires.

[9] AIE — Les tendances de la PV en 1992 — 2001

5.0 La PV domestique en réseau — une voie inexplorée

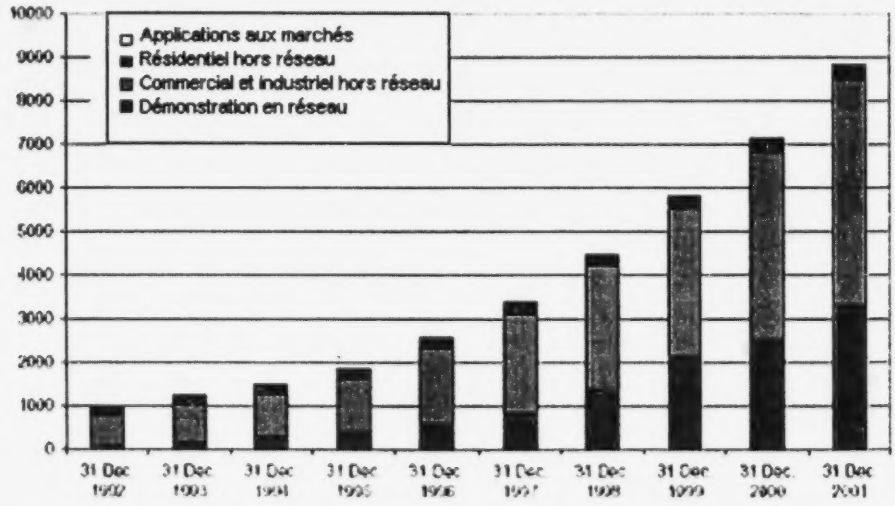
5.1 Le marché actuel

La croissance de l'industrie photovoltaïque canadienne a profité aussi bien au marché domestique en réseau et hors réseau, aux produits de consommation et à son marché d'exportation associé. La puissance photovoltaïque canadienne au début de 2003 approche les 10 MW et le marché intérieur profite d'une croissance stable de 25 p. 100 en moyenne depuis les 8 dernières années. Le marché annuel de l'installation de modules photovoltaïques résidentiels a progressé de 27 p. 100 entre l'an 2000 et 2001 passant de 1,32 MW à 1,68 MW[10].

Il existe approximativement 150 organisations qui soutiennent activement la PV. La grande majorité de ces organisations sont des revendeurs, des distributeurs et des installateurs de systèmes photovoltaïques. Quatorze entreprises environ sont impliquées dans la fabrication et le reste est engagé dans diverses activités, notamment la vente d'équipement et le service d'intégration des systèmes. On estime qu'en 2002, l'industrie photovoltaïque canadienne employait 625 personnes environ et engendrait un revenu de 95 millions de dollars CAN, ce qui inclus la fabrication, les ventes, les installations, les services de consultation et la R-D.

Le marché intérieur canadien se distingue de la tendance mondiale par une très faible proportion de la PV en réseau. En 2001, elle n'atteignait que 2 p. 100, bien que sa progression relative ait été la plus forte. En outre, la taille relative du marché canadien et son taux de croissance absolue sont loin d'égaler les performances du Japon, des États-Unis et d'autres pays européens de l'OCDE. Pour s'en convaincre, il suffit de comparer l'énergie photovoltaïque installée par habitant au Canada avec le reste du monde. En 2001, alors qu'elle s'élevait à 0,53 W/habitant en Finlande, à 1,28 W/habitant aux Pays-Bas et à 2,34 W/habitant en Allemagne, elle n'atteignait que 0,28 W/habitant au Canada (8,8 MW_p total)[11].

Figure 7 : Énergie photovoltaïque installée cumulée au Canada par sous-marché (kWp)



[10] *2001 PV Systems And Modules Survey*, par Vasantha Narasimhan pour Ressources naturelles Canada
[11] IEA- PVPS, «Total Photovoltaic Power Installed », disponible sur le site Web: www.oja-services.nl/iea-pvps/isr/22.htm.

Source : IEA Programme des systèmes d'énergie photovoltaïque, disponible sur le site Web http://www.oja-services.nl/iea-pvps/countries/canada/index.htm

Les plus grosses ventes de modules semblent se concentrer dans le sous-marché non résidentiel hors réseau. Dans les années 2000 à 2002, ce marché représentait à lui seul plus de 50 p. 100 du marché de la PV, alors que le marché résidentiel hors réseau prenait la seconde place et le marché distribué en réseau la troisième. Il faut noter que les taux de croissance de chacun de ces sous secteurs sont très variables d'une année sur l'autre. Le potentiel du marché est encore relativement faible même si les taux de croissance des applications pour les régions rurales et éloignées devraient probablement rester élevés.

Tableau 2 : Ventes annuelles d'énergie photovoltaïque dans trois sous-marchés

Applications aux marchés	1995 kW	1996 kW	1997 kW	1998 kW	1999 kW	2000 kW	2001 kW
Résidentiel hors réseau	133	166	242	525	776	382	789
Commercial et industriel hors réseau	200	505	565	562	550	928	859
Démonstration en réseau*	17	29	13	3	30	18	37

**Soutenus majoritairement par le gouvernement*

Source : Ressources naturelles Canada (Situation présente et évolution de la photovoltaïque au Canada — Rapport annuel 2001)

En comparaison, les systèmes photovoltaïques intégrés aux immeubles représentent un énorme potentiel encore inexploité au Canada, comme le démontre le tableau suivant. Cet état de fait a été reconnu par beaucoup d'experts de tous les secteurs, publics et privés : les gouvernements fédéraux et provinciaux, les associations d'industrie, les entreprises et les services publics.

Tableau 3 : Potentiel des BIPV dans les pays de l'OCDE

Pays	Surface solaire nette disponible (année 2010)		Puissance photovoltaïque installée (année 2010)		Énergie PV exploitable (année 2010)	
	Total (Km^2)	m^2/habitant	MWp	Wp/habitant	MWh/an	KWh/an/habitant
Europe	3 723	9,5	617 662	1 584	494 195 649	1 268
États-Unis	4 563	14,1	757 039	2 344	903 579 106	2 797
Japon	1 050	8,3	174 179	1 385	158 503 338	1 260
Australie	265	12,2	43 897	2 029	61 456 001	2 840
Canada	413	13,0	68 556	2 150	57 587 360	1 806
Nouvelle Zélande	50	12,9	8 374	2 147	8 206 059	2 104
Turquie	523	6,7	86 711	1 117	103 185 630	1 330
Reste de l'OCDE	1 273	9,4	211 231	1 564	230 435 051	1 707

Source : IEA Programme des systèmes d'énergie photovoltaïque, disponible sur le site Web http://www.oja-services.nl/iea-pvps/countries/canada/index.htm

Les plus grosses ventes de modules semblent se concentrer dans le sous-marché non résidentiel hors réseau. Dans les années 2000 à 2002, ce marché représentait à lui seul plus de 50 p. 100 du marché de la PV, alors que le marché résidentiel hors réseau prenait la seconde place et le marché distribué en réseau la troisième. Il faut noter que les taux de croissance de chacun de ces sous secteurs sont très variables d'une année sur l'autre. Le potentiel du marché est encore relativement faible même si les taux de croissance des applications pour les régions rurales et éloignées devraient probablement rester élevés.

Tableau 2 : Ventes annuelles d'énergie photovoltaïque dans trois sous-marchés

Applications aux marchés	1995 kW	1996 kW	1997 kW	1998 kW	1999 kW	2000 kW	2001 kW
Résidentiel hors réseau	133	166	242	525	776	382	789
Commercial et industriel hors réseau	200	505	565	562	550	928	859
Démonstration en réseau*	17	29	13	3	30	18	37

**Soutenus majoritairement par le gouvernement*

Source : Ressources naturelles Canada (Situation présente et évolution de la photovoltaïque au Canada — Rapport annuel 2001)

En comparaison, les systèmes photovoltaïques intégrés aux immeubles représentent un énorme potentiel encore inexploité au Canada, comme le démontre le tableau suivant. Cet état de fait a été reconnu par beaucoup d'experts de tous les secteurs, publics et privés : les gouvernements fédéraux et provinciaux, les associations d'industrie, les entreprises et les services publics.

Tableau 3 : Potentiel des BIPV dans les pays de l'OCDE

Pays	Surface solaire nette disponible (année 2010)		Puissance photovoltaïque installée (année 2010)		Énergie PV exploitable (année 2010)	
	Total (Km^2)	m^2/habitant	MWp	Wp/habitant	MWh/an	KWh/an/habitant
Europe	3 723	9,5	617 662	1 584	494 195 649	1 268
États-Unis	4 563	14,1	757 039	2 344	903 579 106	2 797
Japon	1 050	8,3	174 179	1 385	158 503 338	1 260
Australie	265	12,2	43 897	2 029	61 456 001	2 840
Canada	413	13,0	68 556	2 150	57 587 360	1 806
Nouvelle Zélande	50	12,9	8 374	2 147	8 206 059	2 104
Turquie	523	6,7	86 711	1 117	103 185 630	1 330
Reste de l'OCDE	1 273	9,4	211 231	1 564	230 435 051	1 707

Reproduit d'après les tableaux 1.23, 1.24, 5.10, 5.11 du "Photovoltaics: Current Status And A Strategy For European Industrial And Market Development To The Year 2010 - Volume 3", disponible sur http://www.agores.org/Publications/PV2010.htm

La vente de produits BIPV se diversifie, elle s'adapte aussi bien aux toits plats qu'aux toits en pente, aux façades et à bien d'autres applications de la construction. On estime que plus de 35 entreprises dans le monde produisent plus de 50 produits associés aux BIPV, notamment des tuiles de toiture, des toits structuraux, des pare-soleil, des cloisons de séparation, des fenêtres de toit et des fenêtres semi-transparentes. Certains d'entre eux sont offerts au Canada et aux États-Unis.

Il faut cependant noter que l'augmentation rapide du trafic international de BIPV, de produits de consommation et de systèmes photovoltaïques en réseau et hors réseau et la forte croissance de la capacité de production sont essentiellement dus au climat politique, économique et commercial favorable qui règne dans des pays comme le Japon, l'Allemagne, l'Espagne, le Danemark, les Etats-Unis. C'est pourquoi le grand marché photovoltaïque en réseau et le marché de la BIPV resteront inexploités au Canada tant que les intervenants clés n'adopteront pas de mesures concrètes afin de surmonter l'inertie actuelle, de faire baisser les coûts et d'encourager une solide stratégie énergétique. Une bonne stratégie se doit de diversifier les sources d'énergie et d'augmenter au maximum la production répartie d'énergie renouvelable notamment photovoltaïque.

Programme d'appel d'offres de la Haute-Autriche

Le tout premier programme d'appel d'offres pour la production décentralisée d'énergie photovoltaïque en réseau a été lancé par le gouvernement de la Haute-Autriche en 2000. Ce programme définit des objectifs et des encouragements financiers favorisant la production d'électricité par différents types d'énergie renouvelable. La PV bénéficie d'un minimum spécial de 220 KW/an. Pour relever ce défi, le programme est agrémenté d'un budget d'un million d'euros. La première année (2000) de ce programme a été un succès.

5.2 Les premiers progrès

Le Canada a fait des progrès sur plusieurs fronts, certes, mais lentement. Les gouvernements fédéral, provinciaux et municipaux en collaboration avec divers services publics et d'autres personnes importantes ont institué un certain nombre d'initiatives encourageantes pour développer les énergies renouvelables notamment la PV. Ces initiatives comportent des programmes et des mesures concernant la politique, la démonstration, la R-D, l'utilisation, les crédits d'impôt, le financement et le portefeuille d'énergies renouvelables (PER).

Il faut signaler deux récentes initiatives qui ont une chance d'avoir des retombées positives sur les énergies renouvelables et plus spécialement la PV :

1. **Plan du Canada sur les changements climatiques**. La récente ratification du protocole de Kyoto et la préoccupation du gouvernement à propos des effets du changement climatique sur l'économie et l'environnement ont fait de ce problème une priorité absolue. Le gouvernement fédéral a par conséquent alloué près de 3,7 milliards de dollars depuis 1998 pour réduire les émissions nationales et internationales de GES. Plus récemment, le gouvernement canadien a lancé le « Plan du Canada sur les changements climatiques », qui est une approche en trois étapes pour aider les

citoyens, l'industrie et le gouvernement à tous les niveaux à réduire leurs émissions et à remplir les engagements de Kyoto. Pour ce qui nous concerne ici, le plan fixe comme cible que 10 p. 100 de la nouvelle capacité de production d'électricité provienne de nouvelles sources renouvelables (voir le tableau 4).

2. **MicroPower Connect** est un projet industriel géré par Électro-Fédération Canada et subventionné par le gouvernement du Canada. MicroPower Connect travaille avec l'industrie et le gouvernement pour résoudre les problèmes et les incohérences auxquels font face les producteurs répartis d'électricité qui souhaitent se raccorder aux réseaux provinciaux. Un rapport présentant des recommandations pour interconnecter les petits systèmes de PRE (< 600 V) est en révision finale.

Tableau 4 : Résumé du Plan du Canada sur les changements climatique

	Étape I : Interventions en cours	**Étape II :** Nouvelles interventions	**Étape III :** Ce qui subsiste
Interventions des Canadiens et les gouvernements : Transports et immeubles	13 MT	15-20 MT	On trouvera à la page 14 un aperçu des interventions actuelles et potentielles qui pourraient permettre de réaliser les 60 MT environ qui subsistent
Gros émetteurs industriels	25 MT	55 MT	
Autres émissions industrielles : Technologie, infrastructures et les gains d'efficacité		16 MT	
Agriculture, foresterie et lieux d'enfouissement; puits et compensations	38 MT	*	
Marché international	2 MT	Minimum de 10 MT	
Total	Environ 80 MT	Environ 100 MT	

* Les compensations estimées sont de l'ordre de 20 à 28 MT. Elles ne sont pas ajoutées au total parce qu'elles pourraient être vendues à l'industrie dans le cadre de l'échange de droits d'émission intérieur.
Reproduction de la page 12 du Plan du Canada sur les changements climatiques disponible sur **http://www.climatechange.gc.ca**.

Signalons également l'encouragement à la production d'énergie éolienne (EPÉÉ) et la remise de la taxe de vente de l'Ontario parmi les récentes initiatives. Des renseignements concernant ces nouvelles initiatives et d'autres encore, comme le programme Énergie renouvelable : information et sensibilisation, le Programme d'encouragement aux systèmes d'énergies renouvelables (PENSER), le Fonds d'habilitation municipal vert et le Programme de stimulation du marché (PSM) sont regroupés dans le tableau 5. Ces initiatives s'intéressent aux énergies propres en général, bien que certaines, comme EPÉÉ et PENSER, se concentrent plutôt sur une énergie précise. En catalysant les énergies renouvelables, elles forment une assise solide

pour bâtir une stratégie énergétique avancée qui peut avoir des avantages économiques, sociaux et environnementaux considérables, comme la réduction des émissions des GES. Le tableau 5 ci-dessous regroupe la plupart des projets fédéraux et provinciaux. Il est intéressant de noter que l'énergie photovoltaïque est la seule énergie renouvelable au Canada à ne pas bénéficier de programme d'encouragement à l'utilisation sur le territoire.

Tableau 5 : Exemples d'initiatives fédérales en faveur des énergies renouvelables

Initiative	Organisme de soutien	Intérêts	Description
Initiatives fédérales			
Plan du Canada sur les changements climatiques.	Fonds d'action pour le changement climatique (FACC)	Achat d'électricité	Le gouvernement fédéral du Canada a fixé comme cible que 10 p. 100 minimum de la nouvelle production électrique totale doit provenir de nouvelles sources d'énergie renouvelable
Programme de stimulation du marché (PSM)	Fonds d'action pour le changement climatique (FACC)	Marketing et adoption	L'objectif est d'encourager les services publics et les négociants à promouvoir l'énergie verte, à réduire les émissions de GES et à faire des énergies renouvelables des concurrents incontournables dans le marché canadien de l'électricité d'ici 2010. Les fonds proviennent du PSM jusqu'au 31 mars 2006.
Plan d'achat d'électricité propre du gouvernement fédéral	RNCan et Travaux publics et services gouvernementaux Canada	Achat d'électricité	L'engagement, selon le Plan d'action 2000 sur le changement climatique, à acheter 20 p. 100 des besoins en électricité de sources d'énergie verte (essentiellement éolienne)
Indemnité des frais liés aux énergies renouvelables et aux économies d'énergie au Canada (FEREEC)	Agence des douanes et du revenu Canada (ADRC) et Centre de la technologie de l'énergie de CANMET	Encouragements fiscaux	LE FEREEC offre à des investisseurs admissibles le financement par actions accréditives des dépenses de planification de projet d'énergie renouvelable. Il permet aussi une dépréciation accélérée de 30 p. 100 par an de la valeur résiduelle de certains équipements de production d'énergie d'après la catégorie 43.1 de la déduction pour amortissement.
Technologies du développement durable Canada (TDDC)	Gouvernement du Canada	ERSE	Alliances de soutien pour commercialiser des technologies innovantes. Le budget initial se montait à 100 M$, mais 250 M$ supplémentaires ont été alloués au budget 2003. Le centre d'intérêt porte sur les projets qui amélioreront la qualité de l'air et réduiront les émissions de GES.
Fonds d'habilitation municipal vert (FHMV), Fonds d'investissement municipal vert (FIMV)	Fédération canadienne des municipalités (FCM)	Études de faisabilité et projets d'infrastructure municipale	Un total de 250 M$ (une bourse de 50 M$ et des prêts de 200 M$) ont été alloués au FCM pour appuyer financièrement de solides projets de partenariat qui visent à la protection de l'environnement dans les collectivités locales, notamment en favorisant les énergies renouvelables et en réduisant les émissions de GES.
Laboratoire de recherche en diversification énegétique de CANMET (LRDEC)	Le Centre de la technologie de l'énergie CANMET de Ressources naturelles Canada	Soutien aux ER	Le centre de la technologie de l'énergie de CANMET propose des partenariats d'ERSE et de commercialisation pour développer les ER.
Initiative MicroPower Connect	Électro-Fédération Canada (CTEC-Varennes) de Ressources Naturelles Canada	Interconnexion de la PRE	MicroPower Connect travaille avec l'industrie et le gouvernement pour résoudre les problèmes et les incohérences auxquels font face les producteurs répartis d'électricité qui souhaitent se raccorder aux réseaux provinciaux. Un rapport présentant des recommandations pour interconnecter les petits systèmes de PRE (< 600 V) est en révision finale.

Tableau 5 : Exemples d'initiatives fédérales en faveur des énergies renouvelables (suite et fin)

Initiative	Organisme de soutien	Intérêts	Description
Initiatives fédérales			
Programme d'encouragement aux systèmes d'énergies renouvelables (PENSER)	Office de l'efficacité énergétique, RNCan	Encouragements aux systèmes d'énergies renouvelables	PENSER incite à l'utilisation des énergies renouvelables dans les bâtiments municipaux, commerciaux et institutionnels. L'énergie solaire, la biomasse et les thermopompes puisant l'énergie dans le sol sont les principaux centres d'intérêt, mais la tendance semble à l'adoption d'autres sources d'énergie renouvelable.
Mesures d'action précoce en matière de technologie (TEAM)	Fonds d'action pour le changement climatique	Soutient l'innovation technologique — ERSE pour les technologies réductrices d'émissions de GES	TEAM soutient les projets technologiques qui visent à réduire les émissions de GES à l'échelle nationale et internationale. L'objectif est d'accélérer le déploiement de nouvelles technologies sur le marché. TEAM a débuté avec les 60 M$ sur 3 ans (1998-1999 à 2000-2001) du FACC, qui a ensuite offert 35 M$ supplémentaires pour l'année 2003-2004.
Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI)	Le Centre national de la recherche d'Industrie Canada	Soutient la R-D dans les PME	Offre aux petites et moyennes entreprises (PME) des conseils à caractère technique et commercial, une aide financière et bien d'autres aides à l'innovation pour une valeur allant jusqu'à 1,5 M$.
Partenariat technologique Canada (PTC)[12]	Industrie Canada	Encourage l'innovation	Investit dans des projets qui peuvent apporter des profits économiques nets et présentent un intérêt technologique pour le Canada. Le PTC aide quelques-unes des entreprises les plus dynamiques au Canada à développer leurs technologies et à accélérer leur rythme d'innovation. L'aide s'élève habituellement à plus de 1,5 M$.
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG)	Gouvernement du Canada	Encourage l'innovation	Le CRSNG accorde des bourses d'études et des bourses de recherche à la suite d'un concours fondé sur l'évaluation par les pairs et construit des partenariats entre les universités, les collèges, les gouvernements et le secteur privé. Le budget s'élève à 538 M$ par an.

Portefeuille d'énergies renouvelables (PER) aux États-Unis d'Amérique

Le PER a été adopté par plusieurs États américains : l'Arizona, le Connecticut, l'Iowa, le Maine, le Massachusetts et le Nevada.

[12] ATS Automation Systems (et ses filiales Spheral Solar et Canadian Solar Inc.) est un exemple d'une entreprise canadienne qui a réussite dans l'aventure photovoltaïque. ATS est récemment parvenu à obtenir une subvention de 29,5 M$ du gouvernement (25,5 M$ du PTC et 4 M$ du FACC) pour sa filiale Spheral Solar et son unité de production en Ontario. ATS a également reçu des fonds de la FCDCC et de la TEAM pour des projets en Chine.

Tableau 6 : Exemples d'initiatives provinciales en faveur des énergies renouvelables

Nom de l'initiative	Organisme de soutien	Intérêts	Description
	Initiatives provinciales		
Energy for our Future: A Plan for BC (2003)	Gouvernement de la Colombie-Britannique : Ministère de l'Énergie et des Mines	Adoption de l'énergie propre	Les distributeurs s'approvisionneront volontairement à hauteur de 50 p. 100 en électricité propre pendant les 10 prochaines années, jusqu'en 2013.
Social Services Tax Act	Gouvernement de la Colombie-Britannique : Ministère des Finances	Encouragements fiscaux	Exonération de la TVP sur les équipements pour ER.
Plan de l'Alberta sur les changements climatiques	Alberta Environment	Adoption de l'énergie propre	Le Plan vise à augmenter la production d'électricité de l'Alberta à partir de sources d'énergie renouvelable et alternative de 3,5 p. 100 d'ici 2008 par rapport à 2003 Cette production devra assurer 25 p. 100 des besoins du gouvernement provincial à partir de 2003.
Plan de la Saskatchewan sur les changements climatiques : Bureau de la conservation de l'énergie	Saskatchewan Industry and Resources	Adoption de l'énergie propre	Les objectifs concernant l'énergie propre ne sont pas encore définis.
Rapport final du « Select Committee on Alternative Fuel Sources ».	Ministère de l'Énergie : Commissaire aux énergies alternatives — Select Committee on Alternative Fuel sources	Encouragements fiscaux	Un nouveau plan de développement de l'énergie verte comprend : Exonération de l'impôt sur le revenu des entreprises pour une durée de 10 ans Exonération de l'impôt foncier pour une durée de 10 ans Examen de la réglementation sur l'impôt foncier en fonction du revenu par rapport au capital. Exonération de la TVP sur les équipements d'ER. Élaboration de la politique sur la facturation nette en cours. Planification d'adoption d'un futur PER. La production d'électricité verte devra assurer 20 p. 100 des besoins en électricité du gouvernement.
Loi de l'Ontario sur la protection de l'environnement	Ministère de l'Environnement de l'Ontario	Environnemental	Normes environnementales qui entreront en vigueur avant 2007 pour limiter les émissions associées au smog.
Politique énergétique du Québec	Gouvernement du Québec	Adoption de l'énergie propre	Le Québec s'engage dans la voie de l'énergie éolienne et de la biomasse, grâce notamment à des mesures incitatives au développement industriel (programme FAIRE et crédit d'impôts).
Discours du trône du Nouveau-Brunswick de Nov. 2002	Gouvernement du Nouveau-Brunswick	Adoption de l'énergie propre	Le Nouveau-Brunswick s'engage à créer des PER, les détails seront publiés ultérieurement.
Politique énergétique de l'Île-du-Prince-Édouard	Gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard : Ministère de l'Énergie et des Minéraux	Adoption de l'énergie propre	L'Île-du-Prince-Édouard n'a toujours pas encore déterminé la contribution de l'énergie propre à sa consommation énergétique.
Programme d'énergie propre de la Nouvelle-Écosse	Gouvernement de la Nouvelle-Écosse	Adoption de l'énergie propre	La Nouvelle-Écosse doit créer un PER d'après sa stratégie énergétique de 2001 qui se donne un objectif de 2,5 p. 100 d'électricité propre.

Tableau 7 : Exemples d'initiatives de services publics en faveur des énergies renouvelables

Nom de l'initiative	Organisme de soutien	Intérêts	Description
Initiatives des services publics			
Procédure d'acquisition d'une production d'énergie verte (PEV) 2002-2003	BC Hydro	Adoption de l'énergie propre	La Colombie-Britannique fixe l'objectif de sa PEV à 800 GWh/an pour 2002 et 2003.
Politiques et principes du développement durable	Manitoba Hydro	Interconnexion	Considération de la politique de facturation nette. Les lignes directrices d'interconnexion des systèmes <25 kW sont déjà définies. Programme « Éner sage ».
EverGreen	Ontario Power Generation	Adoption de l'énergie propre	Objectif de production de 3 TWh d'énergie renouvelable d'ici 2005. Le département Evergreen a été fondé pour se concentrer sur les énergies renouvelables. Investissements dans les projets suivants : un réseau photovoltaïque sur la tour du CN, une turbine éolienne à Pickering, l'organisation de partenariat grâce au centre Kortright et d'autres projets conjoints.
Maritime Electric Green Power Program	Île-du-Prince-Édouard — Maritime Electric	Développement de l'énergie propre	Une ferme d'éoliennes de 5 MW a été construite.
Politique énergétique du Nouveau-Brunswick	Énergie Nouveau-Brunswick	Développement de l'énergie propre	Projets éoliens à l'étude.
	Newfoundland & Labrador Hydro	Développement de l'énergie propre	Projets éoliens à l'étude.
Diverses initiatives	Hydro-Québec	Développement de l'énergie propre	Investissement sur l'énergie éolienne.
Plan de la Saskatchewan sur les changements climatiques	Saskatchewan Hydro	Développement de l'énergie propre	Construction de centrales éoliennes en partenariat avec l'industrie.
Initiative pour l'énergie propre du Yukon	Yukon Development Corporation	Adoption de l'énergie propre	Développement de l'énergie éolienne, mesures incitatives pour la production avec de nouvelles sources d'ER.
Arctic Energy Alliance	Northwest Territories Power Corporation and Nunavut Power Corporation	Adoption de l'énergie propre	Projet de développement de l'énergie éolienne dans les régions éloignées du Nord du Canada comme moyen de base pour économiser l'énergie.
Greenmax Program	ENMAX		Greenmax est certifié par le programme « Écologo » d'Environnement Canada. Il donne aux clients le choix de payer une prime pour consommer de l'énergie propre.
Au-delà de Kyoto	TransAlta Corporation	Adoption de l'énergie propre	L'entreprise a acheté de l'électricité éolienne pour ses bureaux de Calgary et puis a fait l'acquisition définitive de VisionQuest.
Autres initiatives			
Certification d'installateur photovoltaïque	Conseil des spécialistes agréés en énergie de l'Amérique du Nord (NABCEP)	Formation et enseignement	Certification des concepteurs et des installateurs d'équipements photovoltaïques pour assurer la qualité des installations.
LEED Version 2.1 — Rendement énergétique	Leaders in Energy and Environmental Design (LEED)		Un bâtiment ne peut bénéficier du programme LEED (on dit qu'il est «digne») que s'il passe plus de 50 p. 100 des spécifications ASHRAE. La PV et les énergies renouvelables comptent parmi les dernières options d'amélioration du génie civil.

* Note : Les PER et les initiatives d'achat d'énergie propre cités dans le tableau 7 ont tendance à favoriser l'énergie de biomasse, l'énergie éolienne et même les petites centrales hydroélectriques au détriment de la photovoltaïque.

Les énergies renouvelables séduisent aussi le monde des affaires. Les plus importantes entreprises ont si bien compris les avantages économiques, sociaux et environnementaux que peuvent leur apporter les énergies renouvelables, qu'elles leur accordent un soutien sans réserve. Au Canada, des grandes entreprises comme Suncor Energy, Dupont, Interface, Mountain Equipment Co-Op, The Body Shop et RBC Dominion ont déjà commencé à investir significativement dans des projets impliquant les énergies renouvelables et elles se sont également engagées à satisfaire une certaine partie de leurs futurs besoins énergétiques avec les sources d'énergie renouvelable. Même si ces initiatives sont souvent financées à l'interne, nombre d'entre elles font appel à un tiers privé comme le groupe Probyn, la banque nationale du Canada, les fonds LEAP (Leading Edge Alternative Power) ou l'un des fonds « éthiques verts ». Les symboles écologiques, comme « Greentags » ou « Éco-logo », authentifient les projets d'énergie renouvelable et sont des outils promotionnels efficaces.

Les programmes éducatifs des organisations à but non lucratif, comme l'institut Pembina, la fondation David Suzuki et des coopératives communautaires locales, font gagné de la popularité aux énergies renouvelables, assurant ainsi un poids politique suffisant pour obtenir le financement nécessaires à leur essor. Des associations industrielles, comme la CanSIA ou la CANWEA, répondent activement à ces besoins grandissants en information et en formation. On trouve d'autres initiatives dans le monde éducatif traditionnel : l'institut technologique de Colombie-Britannique propose un cours d'installation de systèmes photovoltaïques, le collège Seneca organise des cours en ligne, l'entreprise Enermodal Enginnering offre un cours à l'institut royal d'architecture du Canada (IRAC), le centre Kortright dispense des cours d'intérêts généraux et de nombreux fabricants de produits photovoltaïques présentent des ateliers. En avance sur son temps, l'association des collèges communautaires du Canada étudie la meilleure façon de normaliser les certificats d'accréditation des cours sur les énergies renouvelables.

Tous ces passionnants exemples sont la manifestation concrète d'un niveau de sensibilisation en hausse. L'ERSE et l'innovation technologique, en réponse à la demande croissante, démontrent la faisabilité des technologies des énergies renouvelables en construisant des projets à haute visibilité, comme les champs de modules photovoltaïques. La boucle se referme lorsque ces démonstrations techniques jouent le rôle de vitrine commerciale pour faire croître la demande et faire baisser les coûts.

Le programme allemand « mille toits solaires »

Le premier programme international de grande envergure pour faire connaître la PV a vu le jour en Allemagne en 1989 sous le nom de « programme des mille toits solaires » et a pris fin en 1994. Quelque 2 250 toits allemands ont été équipés de systèmes photovoltaïques d'une puissance moyenne de 2,6 kWp, représentant une capacité totale de 6 MWp. Le coût moyen d'un système s'élevait à 15 000 $US/kWp, mais 70 p. 100 de ce montant était couvert par des subventions. Des études poussées à caractère technique et sociologique ont été menées pendant et après ce programme. Elles ont démontré une certaine normalisation de la fiabilité de la technologie des systèmes photovoltaïques, la chute de leurs coûts et une bien meilleure image de marque. En outre, l'Autriche et le Japon ont profité de l'expérience acquise dans ce programme en organisant des activités semblables dans leur pays.

6.0 Les obstacles à la croissance de la PV au Canada

6.1 Introduction

Les avantages considérables de la PV (et de la PRE par les énergies propres en général) et les années de progrès technologique et de développement économique constants ne sont pas parvenus à modifier le marché énergétique et le paysage politique canadiens qui sont encore dominés par une production d'électricité largement centralisée à base de charbon, de mazout et de gaz naturel. Il faut ajouter à ceci que la quasi-totalité du territoire dispose déjà d'une électricité de haute qualité et bon marché que beaucoup de systèmes indépendants d'énergie renouvelable ne peuvent pas concurrencer. Cette situation est exacerbée par un système économique et un mode de tarification qui ne tiennent pas compte des facteurs externes et du coût total de tous les effets environnementaux et sociaux associés, comme par exemple la pollution de l'air.

Le problème principal de beaucoup des énergies renouvelables est le coût trop élevé des infrastructures, mais les obstacles auxquels la production répartie et en particulier la PV font face sont plus complexes et proviennent d'une multitude de raisons. Ils touchent généralement toutes les technologies dans leurs premiers stades de commercialisation et d'acceptation. Ils peuvent être surmontés de façon rentable par des politiques ciblées, des engagements à long terme et de solides partenariats entre les principaux acteurs. Ceci a été prouvé maintes fois pour toutes sortes de technologies allant de l'énergie éolienne à la pompe géothermique, de l'ordinateur au téléphone cellulaire.

Avant d'être produite et commercialisée à grande échelle pour finalement devenir bon marché, fiable et très connue, une technologie doit passer par différentes étapes — l'élaboration, la démonstration, les premières utilisations, le décollage, la pleine acceptation et la maturité. Pendant cette progression, l'« apprentissage » ou l'acceptation du produit dans le marché augmente et le prix diminue. La vitesse à laquelle une technologie atteint la pénétration maximale du marché dépend des paramètres suivants :

- La perception par le public de cette technologie particulière : s'agit-il d'un besoin ou d'un simple intérêt? Les piles à combustibles en sont une parfaite illustration. Bien qu'inventées il y a plus de cent ans, elles ne sont devenues un « besoin » que depuis peu. Il a fallu déployer beaucoup de ressources pour les rendre rentables face à des technologies déjà bien implantées.
- La politique gouvernementale et le cadre de réglementation en vigueur. Selon les cas, ils peuvent promouvoir ou désavantager une technologie par rapport à une autre.
- Les investissements publics et privés dans la R-D, les projets pilotes et les projets d'utilisation.

En pratique, le premier facteur a tendance à favoriser la demande et à entraîner les deux autres. Il arrive cependant que les investissements des secteurs public ou privé favorisent l'introduction de nouvelles technologies dans le marché (l'arrivée des biocatalyseurs ou d'autres innovations qui augmentent la production en sont un exemple) ou que des politiques particulières ou des cadres de réglementation accélèrent la demande du marché (la réglementation environnementale en constitue un bon exemple).

La vraie difficulté à laquelle les décideurs doivent être attentifs est de décider judicieusement quelles politiques doivent être mises en place, comment elles doivent l'être, et s'il y a lieu ou non d'élaborer des programmes favorisant une approche ou une technologie plutôt qu'une autre, comme les combustibles fossiles et l'énergie nucléaire au lieu des énergies renouvelables, par exemple. Au Canada, on trouve en abondance des ressources fossiles et des énergies renouvelables, mais pour des raisons qui dépassent le cadre de cette étude, le gouvernement a établi une politique et une réglementation qui favorise les énergies fossiles et nucléaires.

Les dépenses énergétiques gouvernementales passées

40,4 milliards de dollars Montant des dépenses directes du gouvernement fédéral pour les combustibles fossiles entre 1970 et 1999.

16,6 milliards de dollars Montant total des subventions accordées par le gouvernement du Canada à l'industrie nucléaire depuis 1953.

2,8 milliards de dollars Montant des prêts accordés par le gouvernement du Canada à l'industrie du combustible fossile depuis 1970, en plus des dépenses directes.

850 millions de dollars Coûts fédéraux du nettoyage des déchets radioactifs de Port Hope et de la désaffectation des zones de gestion des résidus miniers d'uranium. Cette municipalité portuaire de l'Ontario était le centre historique du raffinage et du traitement des sédiments contaminés par les déchets nucléaires d'uranium et de radium.

156 millions de dollars Montant des subventions à l'industrie nucléaire canadienne en l'an 2000.

12 millions de dollars Montant total moyen annuel des fonds accordés par le gouvernement du Canada aux énergies renouvelables.

Reproduction du tableau 2.3 de la page 8 de rapport *Low-Impact Renewable Energy Policy in Canada: Strengths, Gaps and a Path Forward*, écrit par l'institut Pembina et publié en février 2003.

Les énergies renouvelables, et en particulier la PV, cherchent à rattraper leur retard. En plus de faire face à l'énorme industrie du combustible fossile ainsi qu'à une infrastructure et un cadre politique bien établis qui favorisent la production d'électricité centralisée basée sur des ressources non renouvelables, la PV et les énergies renouvelables en général doivent aussi surmonter les difficultés inhérentes à toute solution technologique à ce stade de son acceptation par le marché.

6.2 Identification et classification des obstacles actuels

Les 40 interviews réalisées dans le cadre de cette étude ont permis de cerner un certain nombre d'obstacles. Ces obstacles étant classés de diverses façons dans la littérature et par les personnes interrogées, on a décidé d'adopter une classification simple et générale. Ils ont donc été classés dans les quatre catégories suivantes :

1. **Les obstacles technologiques**, notamment l'importance des coûts d'investissement et d'exploitation, la faiblesse des rendements de conversion, le manque de matière première bon marché, la qualité, la fiabilité, etc. Ces faiblesses rendent la PV moins attractive et moins concurrentielle que les sources d'énergie traditionnelles et que d'autres énergies renouvelables comme l'énergie éolienne. Il est essentiel de les

corriger au plus vite, surtout pour ce qui concerne les coûts et les rendements de conversion.

2. **Les obstacles commerciaux et législatifs**, notamment les règles du marché, la réglementation et la structure des prix, qui entravent actuellement la PV ou l'empêchent d'être compétitive sur le marché libre de l'énergie;
   - Les règlements actuels favorisent la production à grande échelle et font obstacle à la production répartie de petite dimension
   - Les coûts des centrales de production actuelles en réseau sont très bas
   - Les prix ne sont pas évalués à partir des coûts complets (formules incitatives, avantages écologiques)
   - Les structures de prix de l'électricité et les règlements associés ne sont pas cohérents et varient d'une localité à une autre
   - L'industrie photovoltaïque canadienne n'a pas suffisamment d'influence et de présence
   - Le monde des investisseurs est peu intéressé
   - Les frais d'inspection, de permis et d'assurance sont élevés
   - Il est difficile d'obtenir un permis pour installer ou exploiter un système en réseau
   - Il manque d'incitatifs commerciaux — rabais, remises, subventions, réductions d'impôts, PER, campagnes d'information
   - Les canaux de distribution et d'utilisation des produits sont inefficaces
   - Les efforts de R-D sont isolés (sans coopération)
   - La normalisation fait défaut, notamment la législation sur la facturation nette
3. **Les obstacles techniques et administratifs**, notamment certaines politiques, normes techniques et lignes directrices (ou bien l'absence de celles-ci ou leur incompatibilité) qui empêchent la PV et les autres systèmes de PRE de se connecter efficacement au réseau et de fournir ainsi de l'électricité fiable et de haute qualité. De plus,
   - Les normes, les codes et les lignes directrices d'interconnexion sont incohérents
   - Les modalités des contrats d'achat et de vente d'électricité sont compliquées
   - Il n'y a pas de normes concernant les toits recouverts de modules photovoltaïques qui tiennent compte des contraintes dues, en autre, à la neige et au vent.
   - Les applications des produits ne sont pas normalisées
   - Les spécifications et les évaluations des produits varient d'un territoire à un autre.

Le plan californien de réduction des taux en faveur des énergies renouvelables (CERBP)

Au mois de septembre 1996, la législature de la Californie a adopté le projet de loi nº 1890. Cette loi oblige les trois plus grosses entreprises de service public appartenant au secteur privé à percevoir 540 millions de dollars de leurs clients sur 4 ans afin de soutenir la production d'électricité avec des sources d'énergie renouvelable. Dix pour cent, soit 54 millions de dollars ont été attribués à des programmes de réduction des taux, étalés sur plusieurs années, qui vont appuyer des technologies naissantes comme la PV, les petites éoliennes (10 kW ou moins), les piles à combustibles renouvelables et l'énergie thermique solaire. Des fonds supplémentaires ont élevé le total à 92 millions de dollars.

- Les rendements et les revenus commerciaux sont à l'image de la taille du marché photovoltaïque, c.-à-d. modestes.

4. **Les obstacles socioéducatifs et liés au niveau de qualification**, notamment le manque de sensibilisation et d'information, l'inexpérience ou l'incompétence des principaux acteurs, qui empêchent la mise sur pied et l'utilisation de la PV.
   - L'expérience pour intégrer la PV aux maisons et aux immeubles fait défaut
   - Il en est de même pour la construction, le fonctionnement et l'entretien de la PV
   - Il n'y a pas de programme standard de formation de personnel qualifié pour la PV
   - Les architectes, les concepteurs, les électriciens, les installateurs, les tarificateurs et les assureurs manquent de formation et d'expérience
   - Le manque d'installateurs qualifiés est relié à la faiblesse de la demande
   - Les vrais problèmes de l'interconnexion sont ignorés ou mal compris
   - Les subventions pour concurrencer les sources d'énergie sont méconnues
   - Les avantages comparés avec les énergies conventionnelles de la PV, de la PRE photovoltaïque ou de la BIPV sont également méconnus.
   - La PV n'entretient pas assez de relation avec l'industrie de la construction au Canada
   - La sensibilisation aux retombées positives de la PV n'est pas assez importante
   - La PV est victime d'idées préconçues et de perceptions erronées
   - Il n'y a pas assez de projets pilotes pour démontrer la faisabilité de la PV
   - Les projets pilotes actuels qui démontrent la faisabilité de la PV ne sont pas assez nombreux
   - Les utilisateurs finaux, les services publics, les gouvernements et d'autres ne parviennent pas vraiment à réaliser les débouchés à grande échelle de la PV

6.3 Synthèse et ordre de priorité des obstacles identifiés

Après une analyse approfondie, une recherche bibliographique plus complète et des consultations d'experts supplémentaires, il devient clair que beaucoup des obstacles présentés ci-dessus sont complexes, interreliés et souvent interdépendants. Plus précisément, il apparaît que :

- Certains obstacles préliminaires ne sont pas des problèmes en eux-mêmes, mais plutôt la conséquence d'autres défis encore plus importants. Par exemple, «les canaux de distribution et d'utilisation des produits sont inefficaces » est en fait la conséquence d'un marché fragmenté et petit, lui même dû à plusieurs facteurs (coûts, milieu du marché).
- Quelques-uns des éléments précédemment cités sont plus des solutions formulées négativement que des difficultés réelles. Par exemple, le manque d'incitatifs commerciaux n'est pas un obstacle pour la PV comme le sont les forts coûts d'investissement et les bas prix des énergies concurrentes. Mais l'introduction de mesures incitatives permettrait de surmonter certains de ces obstacles ou même de les supprimer complètement.
- Plusieurs de ces obstacles sont comparables et intrinsèquement liés.

La liste initiale a par conséquent été révisée de façon approfondie à la lumière des suggestions des personnes interrogées, puis reconfigurée en regroupant les éléments et en fixant les priorités comme suit :

1. **Degré élevé de priorité** — Il s'agit des problèmes qui doivent être résolus sous peine d'empêcher l'utilisation de la PV, même si tous les autres ont été neutralisés par ailleurs.
2. **Faible degré de priorité** — Il s'agit de problèmes qui freineront la croissance de la PV s'ils ne sont pas résolus. Pour la plupart, leurs effets devraient être atténués ou même éliminés lorsque le marché progressera ou lorsque les problèmes hautement prioritaires seront résolus. Ils peuvent donc être traités en dernier.

Chaque intervenant a sa propre liste d'obstacles à faible degré de priorité selon le rôle qu'il joue et les responsabilités qu'il porte (architecte, investisseur, service public). Mais il existe un large consensus concernant les problèmes prioritaires :

i. La fixation actuelle des prix

ii. Les obstacles commerciaux et législatifs actuels

iii. Les incohérences entre les normes, les lignes directrices et les modalités des contrats d'interconnexion

iv. Le manque de sensibilisation et de connaissance des applications photovoltaïques et de leurs avantages

Le reste de ce chapitre se concentre sur ces quatre difficultés dont la résolution devrait améliorer considérablement la compétitivité des prix de la PV au Canada et donc son succès commercial. Le chapitre 7 présente des recommandations spéciales concernant ces problèmes hautement prioritaires.

6.4 La fixation actuelle des prix

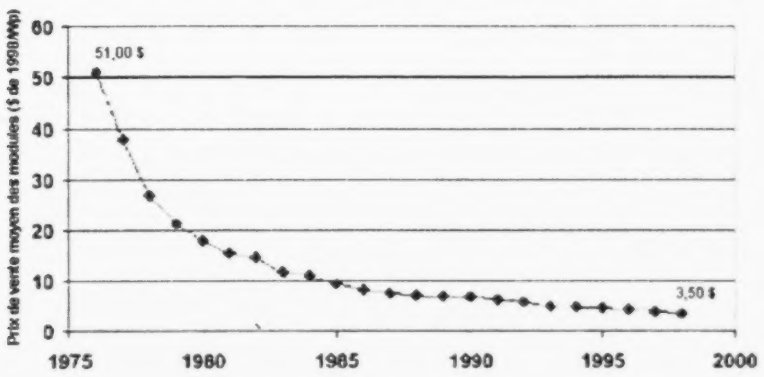
6.4.1 Les réductions rapides

Les progrès technologiques considérables qui ont été obtenus au cours des 25 dernières années ont permis de constamment baisser les coûts dans toute l'industrie photovoltaïque, de la fabrication des plaquettes à l'assemblage des modules en passant par l'intégration et l'installation des systèmes complets.

La technologie photovoltaïque suit une progression commerciale comparable à d'autres produits manufacturés comme les ordinateurs et les téléphones cellulaires. Par exemple, le « rythme d'apprentissage »[13] des modules photovoltaïques avoisinait les 20 p. 100 entre 1977 et 1997. L'industrie photovoltaïque a réussi à constamment améliorer le rendement de conversion solaire et à réduire les coûts de fabrication (voir la figure 8). Depuis les 15 dernières années, les coûts de production d'électricité photovoltaïque ont baissé de 0,50 à 0,30 $ par kWh produits et même plus pour certaines applications[14]. À ce rythme, il est probable que les coûts descendront à 0,14 $/kWh ou même à 0,08 $/kWh entre 2010 et 2020.

[13] Le rythme d'apprentissage fait référence à la réduction des coûts atteinte lorsque la production double. Dans le cas de la PV, ce rythme s'élève à 20 %.
[14] Département de l'énergie des Etats-Unis, « Strategic Plan for Distributed Resources »

Figure 8 : Prix de vente moyen des modules photovoltaïques entre 1976 et 1998 ($ de 1998/Wp)



Source : Harmon, C. (2000): *Experience curves of photovoltaic technology*. IIASA, IR-00-014, mars 2000.

Si on établit des projections à partir du taux de croissance de 20 p. 100 de l'année 2000, on peut estimer de manière quasi-certaine que les modules photovoltaïques deviendront compétitifs avec les autres formes d'énergie aux alentours des années 2020-2030[15]. Ce scénario correspond à l'augmentation des économies d'échelles consécutive à l'introduction dans le marché de masse. Ce succès pourrait être plus important encore si l'on prenait en considération les avantages environnementaux ou l'éventualité d'un saut technologique révolutionnaire (voir le tableau 8). En outre, il faut noter que depuis 1997, le taux de croissance annuel du marché mondial s'élève à 30-35 p. 100, ce qui permet de penser que la production pourrait doubler d'ici 3 à 4 ans et que la viabilité commerciale de la PV arrivera plus tôt.

Tableau 8 : Les dernières technologies en vogue pour passer sous la barre du dollar le watt d'ici à 2010. Elles misent sur l'augmentation des rendements de conversion photovoltaïques et sur la forte automatisation de la production

Technologie	Fabricant	Matériau	Caractéristiques actuelles
Spheral	ATS-Spheral Solar Power Inc., Canada	Silicium monocristallin	Sphères de diamètre de 0,4 mm sur un substrat flexible, rendement > 10 %
Ruban	RWE-ASE; Evergreen États-Unis	Silicium polycristallin	Film cristallin mince (≈ 50-100 µm), rendement ≈ 12,4 %
HIT	Sanyo Japon	Silicium amorphe sur un substrat de silicium monocristallin	Technologie hybride rendement ≈ 14 %
Micromorphe	Kaneka, tech. VHF Japon	Silicium amorphe sur un substrat de silicium microcristallin	Cellule de film mince (≈ 2,0 µm), rendement ≈ 6,9 %
Jonction multiple amorphe	United Solar-EPV États-Unis	Triple jonction de silicium amorphe dopé au germanium	Cellule de film mince (≈ 0,5 µm) sur un substrat flexible, rendement stabilisé ≈ 6,4 %

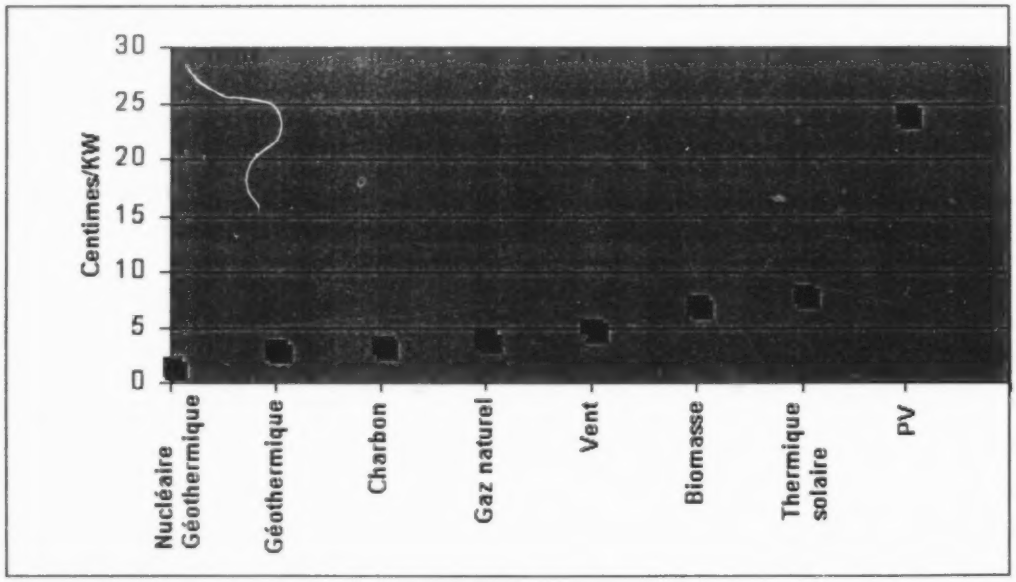
[15] Class-Otto Wene, Experience Curves for Energy Technology Policy, AIE, 2000

6.4.2 La complexité de la fixation des prix

Malgré tous les progrès techniques accomplis et les réductions de prix obtenues depuis les trente dernières années, la PV en réseau ne parvient toujours pas à concurrencer économiquement les autres formes traditionnelles de production d'électricité. Certaines énergies renouvelables comme les petites centrales hydroélectriques, la biomasse et l'énergie éolienne sont souvent moins chères que la PV en réseau, jusqu'à dix fois moins dans certains cas.

Les coûts d'installation des systèmes photovoltaïques varient considérablement pour diverses raisons, mais les prix d'une installation clé en main en réseau pour une résidence se situent approximativement entre 1 300 $ par kW pour une BIPV et 9 033 $ par kW pour un système photovoltaïque en réseau existant[16]. Les coûts d'investissement élevés sont un obstacle au choix de la PV pour une résidence ou un commerce. Malgré les faibles coûts d'exploitation, les frais de financement sont assujettis à une prime. Le risque est déterminé par la régularité du revenu et la fiabilité du marché. Étant un marché de niche, la PV est peu présente sur le marché canadien. On ne lui associe donc pas les meilleures modalités financières. Les systèmes non connectées dans les régions éloignées font exception cependant. Leurs coûts d'installation sont en effet bien moins onéreux qu'une connexion au réseau qui réclame des tours, des lignes, des transformateurs électriques, etc.

Figure 9 : Coûts comparés de l'électricité



Source : Reproduction du NREL Energy Analysis Office - (www.nrel.gov/analysis/docs/cost_curves_2002.ppt)

[16] Clean Air Renewable Energy Coalition (CARE) www.cleanairrenewableenergycoalition.com Fiche de renseignements n°6

Afin d'examiner plus à fond la question de la barrière des coûts, des exemples de quelques secteurs clés pour lesquels des réductions sont envisageables sont présentés ci-dessous. Si certains de ces coûts peuvent être influencés par le développement technologique et d'autres par des mécanismes du marché ou par des politiques, il en est dont la fluctuation demeure indépendante de ces facteurs.

La production de cellules et de modules photovoltaïques :

- La fabrication de plaquettes de silicium monocristallin ou polycristallin pour des cellules photovoltaïques consomme beaucoup de temps et d'énergie, spécialement les plaquettes monocristallines. Il existe différentes manières de limiter la consommation d'énergie tout en conservant les rendements de conversion : réduire l'épaisseur des plaquettes ou des cellules, utiliser du silicium de moindre qualité ou employer d'autres procédés de fabrication.
- Les procédés de production à grande échelle et à rendement élevé qui peuvent engendrer des économies d'échelles n'en sont encore qu'à leurs débuts dans la majeure partie du globe.
- Les procédés discontinus actuels freinent les taux de production. Les nouveaux procédés de bobine-à-bobine sur des substrats mixtes comme les films minces et le silicium à ruban peuvent augmenter la production et faire baisser les coûts d'amortissement.
- Tout effort de recherche, fructueux ou non, provoque une hausse du prix du produit. Cela est encore plus vrai avec les technologies naissantes où les coûts de recherche ne se répartissent que sur peu de ventes.

Structure, montage et connectivité électrique

- La structure et le renforcement des produits photovoltaïques sont habituellement en aluminium extrudé, un matériau qui convient à la production en petite quantité. Lorsque la PV atteindra une production de masse, elle pourra se permettre d'utiliser des feuilles estampées ou des matériaux polymères beaucoup moins chers.
- La feuille polymère de protection et d'étanchéité qui recouvre les cellules de silicium s'ajoute au coût total du système photovoltaïque.

Installation et fourniture (IF)

- Cet élément contribue significativement au coût d'un système de production répartie. Les coûts en capital d'onduleurs classiques s'élèvent à approximativement 1000 $ par kW de capacité maximale. L'onduleur représente donc de 12 à 20 p. 100 du coût d'investissement total du système. Des réductions sont envisageables grâce à la production de masse et à l'apparition de nouveaux fabricants. Une découverte technologique révolutionnaire n'est cependant pas à l'horizon.
- Outre l'onduleur, les composants IF comprennent le câblage, les interrupteurs, la protection du circuit, la batterie (pour les systèmes non connectés), les compteurs pour la facturation nette, etc. La plupart de ces composants ne sont pas spécifiques aux applications photovoltaïques et de fait, ils sont produits par des fabricants d'équipement électrique courant. Il y a donc de fortes chances qu'il soit difficile de faire baisser significativement leur prix. Mais de toute manière, ils ne représentent qu'une petite partie du coût d'investissement total du système photovoltaïque. En revanche, rendre les composants IF « prêt-à-l'emploi » influencerait considérablement les coûts en main-

d'œuvre d'installation et la qualité des produits photovoltaïques. C'est un besoin reconnu dans l'industrie et la recherche est très active dans ce domaine.

- Les différentes réglementations qui régissent la facturation nette et les procédures de déconnexion augmentent le nombre de composants IF requis (comme les compteurs bidirectionnels ou les équipements anti-îlotage) et donc les coûts (voir l'encadré ci-dessous).

Modules photovoltaïques : intégrés ou autonomes?

Par construction, un module intégré (BIPV) remplace la toiture ou le recouvrement mural d'un bâtiment et évite l'achat de composants IF coûteux. En comparaison avec un module autonome, son installation est donc bien moins coûteuse. La BIPV présente bien d'autres avantages sur les systèmes autonomes, on peut citer notamment l'embellissement du bâtiment, l'allègement important de la charge du réseau local aux heures de pointe (spécialement en été avec la climatisation), la réduction des besoins de distribution (puisque l'électricité est produite sur place), une meilleure isolation (notamment contre le soleil au niveau des fenêtres et des allées) et l'éventuelle réduction du chauffage interne par préchauffage de l'air extérieur entrant.

En revanche, le module intégré rejoint le module autonome dans la lutte pour les parts de marché de l'électricité et actuellement au Canada, contre le manque de produits de série et de main-d'œuvre qualifiée. Même si le marché de la BIPV est si jeune qu'il est encore au stade de la vente sur mesure, une réduction des coûts est attendue.

En résumé, on estime que dans le secteur des systèmes en réseau, la BIPV est la mieux placée des produits photovoltaïques si l'on considère l'énorme surface disponible, la croissance soutenue du génie civil, les avantages technologiques uniques et la baisse des coûts.

Les coûts de distribution

- Les canaux de distribution d'équipement photovoltaïque sont répartis sur tout le territoire canadien. Ceci est particulièrement vrai pour les applications hors réseau. De plus grands entrepôts, comme SOLTEK POWERSOURCE, sont aussi en construction. Simultanément, les importantes fusions qui affectent ce secteur de la distribution au Canada entraînent les rendements à la hausse et les coûts à la baisse. La capacité de distribution des produits hors réseau n'est donc pas considérée comme un obstacle pour de futures réductions de coûts.
- En revanche, nombreux sont ceux qui pensent que les canaux de distribution des systèmes photovoltaïques en réseau et les produits BIPV sont petits et dispersés, et donc moins efficaces et plus chers. Ils sont par exemple obliger d'appliquer des primes supplémentaires de service, comme les frais d'expédition, parce que les quantités sont plus petites. Les moyens actuels des systèmes hors réseau pourraient venir en aide à leurs homologues en réseau lorsque le marché et la demande seront à la croissance.
- Il faut également prendre en compte les coûts d'import-export. Ils comprennent le coût du transport, les droits d'importation, des dommages de chargement, les délais d'approvisionnement trop longs, les diverses procédures d'autorisation et d'étiquetage, les équipements inadéquats et les problèmes de garantie et de service. Il n'est pas évident que ces problèmes affectent la distribution des produits de la PV plus que les autres petits canaux de distribution, mais c'est un domaine où des réductions de coûts sont envisageables.

- Quelques personnes interrogées ont fait allusion à de confortables marges de profits faites lors des ventes de systèmes photovoltaïques du fabricant au distributeur et du détaillant au client. Ces assertions n'ont pas été étayées de façon satisfaisante, mais elles méritent de plus amples considérations.

Les coûts d'installation

- À cause du nombre limité de systèmes en réseau, les architectes, les ingénieurs, les concepteurs, les électriciens et les inspecteurs ne sont souvent pas familiers avec les exigences particulières associées aux systèmes photovoltaïques. Ce handicap peut entraîner des frais dus aux temps et aux efforts supplémentaires nécessaires à l'intégration des produits photovoltaïques dans l'ensemble de la construction.
- Il arrive aussi que les promoteurs de projet ou les autorités compétentes ignorent la marche à suivre lors des processus d'autorisation à prix forfaitaires comme les inspections. Cette ignorance provoque des retards et des frais supplémentaires.
- Les permis, les assurances, le montage, le transport et autres frais associés augmentent aussi les coûts (voir les obstacles commerciaux et législatifs).
- L'incohérence entre les normes, les lignes directrices et les modalités des contrats d'interconnexion entraînent également du temps et des ressources supplémentaires qui s'ajoutent aux coûts totaux. Parmi les tracas administratifs, on peut citer la demande d'une évaluation d'interconnexion, l'installation d'un dispositif anti-îlotage ou d'un compteur spécial pour la facturation nette, l'embauche d'experts juridiques et d'ingénieurs spécialisés pour déchiffrer les documents des services publics ou le temps passé à remplir des formulaires et à attendre qu'ils soient traités.

Les coûts d'exploitation

- Les défaillances périodiques ou accidentelles (par la foudre notamment) des systèmes photovoltaïques entraînent des coûts d'exploitation annuels ou périodiques. Leur fréquence est supposée être suffisamment faible pour ne pas mettre en danger la santé du marché. Il est vrai que les anciens onduleurs tombaient souvent en panne, mais l'équipement actuel est meilleur et les générations futures devraient être encore plus fiables. La maintenance des cellules et des modules photovoltaïques s'est révélée peu coûteuse depuis plus de vingt ans.
- La PV souffre de la faiblesse de son rendement de conversion et de la limitation de la durée de son fonctionnement quotidien (4 à 5 heures de rendement maximum au Canada). Pour égaler la production d'électricité, disons d'une usine à charbon équipée d'une turbine à vapeur, le système PV doit atteindre une taille qui suppose des coûts d'investissement si considérables qu'ils anéantissent complètement le bénéfice de la faiblesse des coûts d'exploitation (proche de zéro au jour le jour). Ceci étant dit, Toronto bénéficie de plus d'ensoleillement annuel que Tokyo, qui est pourtant le plus grand marché photovoltaïque au monde et Calgary est comparable à Miami.

En résumé, il est nécessaire de faire des progrès technologiques pour augmenter les rendements de conversion solaires et réduire les coûts de production des modules photovoltaïques et des composants IF afin de rendre le système globalement rentable, particulièrement au Canada qui souffre d'un ensoleillement relativement faible comparativement à d'autres régions plus au sud, sans parler de celles qui sont près de l'équateur.

« Le plan d'expansion de systèmes photovoltaïques résidentiels » japonais

Le plan d'expansion actuellement le plus ambitieux a été lancé au Japon en 1994. Dans les années qui ont suivi, le nombre de petits systèmes connectés au réseau est monté en flèche. Ce plan était agrémenté, dans une certaine mesure, de prêts au client à faibles taux d'intérêt et d'activités complètes de sensibilisation et d'éducation. Les détaillants de systèmes photovoltaïques ont bénéficié d'un budget global pour leur permettre d'être concurrentiels. Le plan a pris fin en 2002.

En 1997, la « loi de promotion des énergies nouvelles » a été introduite comme faisant partie du projet New Sunshine. Elle accordait des subventions à la PV et annonçait des objectifs de 400 MWp pour 2000 et 4 800 MWp pour 2010.

Par ces efforts, le Japon s'est hissé au premier rang mondial du développement des systèmes connectés au réseau.

6.5 Le marché de l'électricité[17] et les obstacles législatifs

La production répartie pourrait devenir une source d'électricité viable dans les provinces comme l'Ontario et l'Alberta où les marchés de l'énergie sont déréglementés, si les barrières actuelles été supprimées et si le marché pouvait déterminer le « coût réel » de la production d'électricité. En effet, dans des conditions « réelles » de marché, il est probable que les prix augmenteraient, comme ils l'ont fait en Ontario, à cause de la demande croissante d'électricité. Les prix peuvent même atteindre un niveau qui encouragera les investisseurs à construire de nouveaux sites de production d'électricité. En fait, ce scénario éventuel, combiné à un engouement croissant pour l'énergie verte dans les marchés réglementés et déréglementés, pousse déjà les producteurs d'électricité indépendants canadiens à construire de plus en plus de projets en marge du service public.

En plus des coûts d'investissement prohibitifs qui affectent certaines sources d'énergie comme la PV, beaucoup des petits producteurs répartis d'électricité ont du mal à vendre leur électricité dans les réseaux provinciaux au Canada pour différentes raisons. Ces difficultés sont liées directement ou indirectement au fait que le marché actuel de l'électricité a été conçu pour les gros fournisseurs et qu'il est maintenant entre leurs mains. Pour donner un exemple, le gouvernement canadien a accepté d'endosser les pertes d'exploitation des importants producteurs dans la dette publique, leur permettant de vendre l'électricité la moins chère au monde. Cette électricité « à bas prix » et de haute qualité empêche toute concurrence et en particulier le développement des énergies renouvelables plus respectueuses de l'environnement et souvent plus économiques.

[17] Le terme « marché de l'électricité » dans ce document désigne l'ensemble des règles et des réglements qui commandent la vente et la distribution de l'électricité, qu'elle soit produite par une grosse centrale à charbon privée ou publique ou par un petit producteur privé et indépendant qui se sert d'énergie renouvelable.

Le monopole détenu par beaucoup de services publics au Canada, la lente transition vers un marché déréglementé dans deux provinces et le marché de gros concurrentiel dans les autres, ont créé un climat d'incertitude qui se traduit par une augmentation des risques pour les investisseurs et les développeurs éventuels.

- **Des règles et une législation trop lourdes** sévissent dans les marchés réglementés et les marchés qui se déréglementent. Par exemple :
  - *Prix gelés.* En Ontario, les prix de l'électricité au détail ont été gelés à 0,043 $/kWh[18] jusqu'en 2006, ce qui gêne considérablement tous nouveaux investissements dans les sources d'énergies propres et réduit la probabilité de vendre de l'électricité verte au détail dans la province (surtout au prix fort) à moins que le service public acheteur ou le gouvernement ne les subventionnent. Même si les prix au comptant fluctuent pendant les périodes de pointe[19], le gel des prix protège les consommateurs qui contrôlent la demande. Ils n'ont donc aucune raison de vouloir utiliser des sources d'électricité alternatives (comme les énergies renouvelables) ou de chercher à économiser l'énergie. Tout ceci a un effet négatif sur l'introduction de la production répartie d'électricité dans le marché, qu'elle provienne d'énergies renouvelables ou même de sources traditionnelles.
  - *Définitions.* En Alberta, si l'électricité est produite puis vendue hors site, le producteur, aussi petit soit-il, est classifié « fournisseur d'électricité industriel » et doit donc se conformer aux règlements de la loi « Energy and Utilities Board and the Electric Utilities Act »[20]. Ceci entraîne qu'en Alberta, une maison équipée d'un système BIPV qui veut vendre son électricité supplémentaire dans le réseau devra payer une taxe annuelle d'interconnexion électrique (LPT) qui peut s'élever à 500 $ par an. De plus, si elle souhaite vendre son électricité au Alberta Power Pool[21], elle devra en devenir membre et posséder un certificat de sécurité pour charger la puissance mensuelle établie. Cette seconde option lui coûtera environ 250 $ par an, sans compter la TPS.
- **Les coûts cumulés de transport et de distribution** sont indépendants de la localisation du site de production. La PRE, qu'elle soit pour une résidence, un commerce ou une entreprise, ne peut pas tirer profit de sa proximité et est artificiellement pénalisée par rapport aux grands centres éloignés de production.Les consommateurs de Vancouver ou de Winnipeg, par exemple, payent le même prix pour leur électricité, que cette dernière soit produite par un grand site de production du Nord de la Colombie-Britannique ou du Manitoba respectivement ou qu'elle provienne d'un producteur réparti local. Il est donc impératif de s'assurer que le prix de l'électricité reflète les vrais coûts de distribution et de transport, même s'ils peuvent être insignifiants comme c'est le cas des systèmes photovoltaïques sur place[22].
- **Des charges supplémentaires**, comme la cotisation au règlement de la dette en Ontario, viennent automatiquement s'ajouter au prix de l'électricité, que le producteur utilise l'infrastructure actuelle pour délivrer son électricité dans le réseau ou non. En Ontario, cette situation décourage par conséquent les investisseurs de construire de

[18] Le gel des prix ne s'applique pas aux autres composants du prix de l'électricité, les factures d'électricité des consommateurs peuvent donc encore être à la hausse.
[19] En Ontario, les prix au comptant du marché des exploitants d'électricité indépendants (IMO) se sont envolés au dessus de 0,4 kW/h pendant les mois d'été.
[20] Howell, Gordon. Grid-Related Interconnection Issues and Concerns, atelier de MicroPower Connect (9 avril 2002)
[21] La facturation nette est actuellement interdite en Alberta. Ces deux problèmes ont été soulevés et ils devront être résolus avant que la facturation nette ne devienne légale.
[22] L'Alberta examine la possibilité d'offrir des bonus de proximité pour inciter les producteurs indépendants à se rapprocher des grands centres de consommation d'électricité.

nouvelles centrales électriques, qu'il s'agisse d'une production conventionnelle ou d'une production répartie d'électricité propre. Même si le gel des prix au détail est levé, les sources d'énergie verte ne seront pas sur le marché dans un proche et moyen terme.

- **La facturation nette** est autorisée en Ontario et au Yukon, elle est en projet en Colombie-Britannique et en Nouvelle-Écosse. Lorsque la facturation nette est interdite, la PV est en pratique impossible. Mais là où elle est autorisée, les difficultés demeurent parce que le règlement n'est pas appliqué et l'équipement associé (la facturation nette, les compteurs bidirectionnels, etc.) n'existent pas, ce qui affecte particulièrement les petits producteurs (voir le chapitre suivant)[23].

Un dernier problème dans le débat sur le « vrai » prix de l'électricité est que les politiques économiques actuelles ont tendance à ne pas prendre en compte des facteurs externes comme la suffisance de la production électrique, la réduction des creux d'électricité, la réduction des émissions de GES et d'autres avantages pour l'environnement qu'apporterait la fin des transports de sources d'énergie conventionneiles. Ce problème ne sera probablement pas résolu rapidement, mais il est bon de les mentionner puisque ces avantages devraient favoriser la production répartie d'électricité renouvelable et notamment photovoltaïque.

Tableau 9 : Prix détaillé de l'électricité en Ontario

Élément du prix	Ordre de grandeur	Définition de l'élément
Frais du client	14 $/mois	Frais fixes et mensuels liés au compte et aux services minimum offerts par le service public.
Frais de distribution	1,4 ¢/kWh	Frais liés à la construction et à la maintenance du système dans votre collectivité.
Frais de transport	1,1 ¢/kWh	Frais liés au transport de l'électricité depuis la station de production vers la ville ou ses abords.
Frais pour le règlement de la dette	0,7 ¢/kWh	Frais pour couvrir le remboursement de la dette contractée par l'ancienne société Hydro Ontario.
Système de fonctionnement et de réglementation	0,1 ¢/kWh	Réglementation du marché et supervision du système par la société indépendante de gestion du marché de l'électricité (SIGME).
Frais d'électricité (matière première)	5,7 ¢/kWh	Le coût réel de production de l'électricité. C'est la partie déréglementée du prix contre laquelle doit être comparée toute offre commerciale.
Total	9,0 ¢/kWh	Ce total devrait être comparable à votre facture d'électricité.

Source : Reproduction d'après www.energyshop.com/prices/on

[23] La PV sera probablement utilisée dans des applications de facturation nette à plusieurs kW lorsque le prix de l'électricité sera enfin débarrassé des charges supplémentaires comme la distribution et la dette publique. Le marché est dans l'incertitude quant à la politique dominante sur le problème de la facturation nette.

6.6 Les incohérences entre les normes, les lignes directrices et les modalités des contrats d'interconnexion

L'incohérence ou l'inexistence de normes, de codes et de lignes directrices d'interconnexion, la complexité des modalités des contrats d'interconnexion constituent un obstacle à la conception et à l'expansion des systèmes d'énergie renouvelable et plus particulièrement photovoltaïques. Les obstacles vont de l'interprétation des codes électriques fédéraux à l'incompatibilité entre les lignes directrices provinciales et municipales relatives aux interconnexions et aux facturations nettes en passant par des permis de construire et des codes municipaux du bâtiment trop complexes.

Il est impossible de citer et de commenter tous les différents problèmes qui pénalisent, notamment financièrement, les systèmes photovoltaïques au Canada à cause du trop grand nombre de personnes et d'administrations impliquées. En voici donc une liste non exhaustive :

Les normes et les lignes directrices d'interconnexion

Comme cela a été précédemment mentionné, la plupart des services publics d'électricité au Canada sont des producteurs à grande échelle. Les normes d'interconnexion sont par conséquent adaptées aux besoins et aux particularités des grands producteurs d'électricité. Les petits producteurs sont quant à eux traités au cas par cas, que l'administration dans laquelle ils se trouvent soit réglementée ou pas. Cet état de fait est gênant pour toutes les parties en présence parce qu'il n'existe toujours pas de processus administratifs normalisés et efficaces. En outre, les producteurs comme les administrations doivent souvent faire appel à des experts juridiques et à des ingénieurs spécialisés pour étudier chaque projet individuellement, afin qu'ils vérifient que ce projet est conforme aux normes de sécurité et de qualité stipulées par les lignes directrices d'interconnexion en vigueur qui sont souvent difficiles à interpréter.

Il existe dans le code canadien de l'électricité (CCE) une norme qui définit à l'échelle nationale les exigences concrètes d'installation d'un système photovoltaïque connecté au réseau et appartenant à l'abonné (voir l'encadré à droite). Toutes les provinces et les parties impliquées au Canada se conforment à ce code[24]. La règle 002 de l'article 84 indique toutefois que « *la procédure d'interconnexion doit être conforme aux exigences du fournisseur attitré* ». En d'autres termes, le service public a toujours le dernier mot et il peut produire des documents qui peuvent légèrement différer du CCE. Un domaine important est la législation sur la protection contre le feu et les chocs électriques, ce qui comprend les tensions de blocage, les temps de coupure, les surtensions et les manques de tension.

[24] Note : Le CCE est divisé en deux parties. La première partie (code d'installation) exige que les produits utilisés dans une installation soient conformes aux exigences de sécurité de la seconde partie.

Si chaque intervenant (le service public, l'inspecteur, le concepteur, l'installateur) possède ses propres critères et se réfère à sa propre législation, parfois vague ou périmée, une interprétation commune est difficile à trouver, surtout lorsqu'il s'agit de nouveau système comme la PV (voir le chapitre suivant). Ces difficultés poussent les installateurs, les inspecteurs et les services publics à agir avec circonspection lorsqu'ils doivent donner leur autorisation à un projet, ce qui provoque des pertes de temps et d'argent. Les projets d'interconnexion sont encore plus handicapés quand, de surcroît les normes entre les différentes administrations sont incompatibles.

Les services publics sont familiers avec le concept de normes d'interconnexion, mais beaucoup croient que la demande doit d'abord augmenter afin de justifier l'adoption de protocoles d'interconnexion communs à l'échelle nationale. La plupart des services publics locaux interrogés ont indiqué qu'ils recevaient occasionnellement des demandes d'information, mais que le nombre d'installations de systèmes photovoltaïques en réseau était en réalité nul ou très faible. Plusieurs « initiateurs de projet » interrogés ont également fait savoir qu'ils avaient été « promenés » d'un service à l'autre alors qu'ils cherchaient à résoudre le problème de la connexion au réseau de leur production répartie. Cela dit, d'autres personnes ont déclaré qu'elles étaient totalement satisfaites et qu'elles pensaient que des progrès pouvaient être obtenus grâce à des relations plus cordiales avec le service public.

Le code canadien d'électricité (CCE)

Le CCE gouverne les exigences de sécurité électrique pour l'ensemble du Canada. Les codes provinciaux de sécurité électrique découlent de ce code national et ne peuvent pas contrevenir à ses exigences. Les codes relatifs à la présente étude remontent à 1998 et ont été mis à jour en 2002. Voici des extraits des articles du CCE qui sont en rapport direct avec l'installation des systèmes photovoltaïques et leur interconnexion :

L'article 10 traite de la mise à la terre, de la mise à la masse et des connexions tandis que l'article 14 traite de la protection et du contrôle. L'article 84, décrit ci-dessous, fait référence aux exigences concernant les appareils de protection de l'article 14. Le sujet central de cet article est l'interdiction de la protection électronique. Il s'agit de l'option d'anti-îlotage des onduleurs qui permet de couper le courant exporté vers un système de distribution de service public. Selon le code, cette commande électronique n'est pas un moyen sûr de couper le courant et est donc interdite.

Article 50 — Systèmes solaires photovoltaïques. Cet article définit les exigences relatives aux sources d'énergie photovoltaïque et à la distribution en courant continue associée.

Article 84 — Interconnexion des sources de production d'énergie électrique. Cet article traite des abonnés au réseau électrique qui produisent leur propre électricité en parallèle avec le fournisseur d'électricité attitré. Le problème porte essentiellement sur les moyens que le producteur indépendant met à disposition du fournisseur du service public pour lui permettre de sectionner à tout moment. Il est important de noter que cet article a été rédigé par et pour les services publics.

Dans certains cas, le raccordement de producteurs isolés au réseau du fournisseur attitré est déjà réglementé. Les services publics provinciaux comme Hydro One et ATCO possèdent des règles bien établies. Toronto Hydro Electric System, une entreprise de distribution municipale, adopte des règles comparables pour la production intégrée. Manitoba Hydro et BC Hydro ont aussi produit leurs propres lignes directrices d'interconnexion de petits systèmes, mais il faut noter que toutes ces initiatives sont distinctes et soulignent donc le besoin de standardiser les protocoles à l'échelle du pays[25].

[25] Veuillez visiter le site Web de BC Hydro pour consulter son guide des normes de quatre pages et le document d'une page concernant les systèmes inférieurs à 5 kW. Manitoba-Hydro dispose d'un document pour les systèmes inférieur à 25 kVA.

D'autres problèmes ont été soulevés au cours des interviews :

- **Un sectionneur manuel** doit être installé entre la source d'énergie et la ligne électrique afin de contrôler l'îlotage. Le CCE exige l'installation d'un sectionneur en sus de l'onduleur anti-îlotage comme précaution supplémentaire. Les personnes interrogées ont émis des avis très partagés au sujet de la fiabilité des onduleurs et de leur capacité à protéger de l'îlotage. Bien que les onduleurs aient connus beaucoup de problèmes techniques dans le passé[26], l'anti-îlotage des onduleurs semble avoir été largement adopté par les services publics, en particulier pour les systèmes inférieur à 10 kW. Un sectionneur doit être cependant systématiquement installé, ce qui entraîne une dépense supplémentaire.

L'îlotage est une propriété d'un système de distribution qui lui permet de garder une partie chargée et productive lorsque tout le reste est en panne. Un système de production répartie photovoltaïque peut par exemple alimenter un réseau en panne. L'îlotage présente toutefois un problème de sécurité (électrocution ou dégâts matériels) lors de travaux de maintenance ou de réparation du réseau. Pour remédier à ce problème, les onduleurs statiques sont équipés d'une option intégrée d'anti-îlotage qui empêche le système secondaire d'alimenter en courant alternatif le réseau primaire lorsque le courant de ce dernier est coupé par le service public.

Les compteurs de facturation nette
Pour un système à phase unique (200 A et moins), la première solution consiste à employer deux compteurs électromécaniques, un au niveau de la connexion avec le service public et l'autre du coté de la charge (et de l'onduleur photovoltaïque). Les compteurs électromécaniques ne tournent pas à l'envers. Le premier compteur mesure les kWh importés et le second mesure les kWh exportés. Cette configuration est plus chère à l'installation.

La seconde solution consiste à utiliser des compteurs bidirectionnels qui sont capables de mesurer avec précision le courant dans les deux directions, mais ils sont plus chers que les compteurs conventionnels. La différence s'élève à 200 $ pour une application résidentielle et à 6 000 $ pour une application commerciale.

- **La facturation nette n'est pas institutionnalisée dans tous les services publics canadiens (commenté ci-dessus)**

- **Des coûts supplémentaires dus aux compteurs électriques.** Lorsqu'un abonné possède son propre générateur électrique (production intégrée) et que sa production est supérieure à sa consommation, il est tenu par le service public de mesurer le supplément d'électricité qu'il exporte dans le réseau. Les compteurs conventionnels qui mesurent la consommation normale d'électricité (importation) sont calibrés et certifiés par Mesures Canada. Certains de ces compteurs peuvent tourner à l'envers lorsque l'abonné exporte son électricité, mais la mesure est dans ce cas entachée d'une imprécision de 5 à 25 p. 100 (voir la position de l'association des distributeurs d'électricité (EDA) sur la question de la facturation nette). Beaucoup donc considèrent les compteurs conventionnels inadéquats pour un fonctionnement bidirectionnel. Les abonnés sont donc obligés d'acheter un second compteur classique ou un compteur bidirectionnel. Mais la réglementation n'est pas toujours cohérente dans ce domaine. Hydro Ontario par exemple, accepte de connecter les systèmes répartis qui produisent moins de 10 kWp à

[26] Par exemple, Hydro-Manitoba a récemment publié les lignes directrices d'interconnexion de ressources réparties sur le système de distribution du Manitoba – DRG2003 (janvier 2003). Ce document mentionne la synchronisation et l'îlotage comme points faibles des onduleurs. Hydro-Manitoba a donc imposé l'ajout d'un sectionneur comme mesure de sécurité contre l'îlotage. Le sectionneur doit être installé en amont du transformateur d'interconnexion (du coté du réseau) et Hydro-Manitoba en est le propriétaire et l'usager, il a aussi la responsabilité de l'installer et de le garder en bon état de fonctionnement.

condition que le compteur soit bidirectionnel et que l'abonné renonce à son droit de regard sur la précision de la mesure. Ailleurs au Canada, Énergie NB étudie la facturation nette pour toutes les installations qui produisent plus de 100 kW et Saskatchewan Power donne gratuitement un nouveau compteur lorsqu'il procède à une interconnexion.

Les codes et les normes

Plusieurs personnes interviewées ont indiqué que les codes actuels concernant les équipements électriques du type sectionneur, fusible ou disjoncteur ne donnent aucune spécification pour les plus petits systèmes comme la PV, ce qui oblige à surdimensionner ses pièces et donc à augmenter leurs coûts.

La tâche des distributeurs, des consommateurs et des installateurs est en outre compliquée par l'inexistence d'équipement complet adapté à leur besoin. Ils doivent donc piocher dans une jungle de produit, ce qui rend la conception plus difficile et arbitraire et entraîne le besoin de faire inspecter les systèmes non uniformisés.

La qualité de l'électricité est un facteur important pour la stabilité d'un système. Le « bruit » électrique peut causer des interruptions et d'autres problèmes similaires. La qualité dépend des composantes active et réactive de l'électricité ainsi que de sa fréquence. **L'onduleur** (ou convertisseur) est l'appareil qui convertit le courant continu produit en courant alternatif. Xantrex, le plus grand fabricant d'onduleur au monde se trouve à Vancouver en Colombie-Britannique.

Les modalités d'interconnexion

Les services publics manquent de bonne volonté à l'égard des installations photovoltaïques qui peuvent exporter de l'électricité sur leur réseau. Ils ne pensent pas que les problèmes de sécurité sont réglés et, dans la plupart des cas, les lignes directrices et la réglementation sont très imparfaites. Dans ce contexte cependant, certains services publics sont prêts à collaborer sous la forme d'un « projet de démonstration ».

Un contrat d'interconnexion définit les modalités de l'achat et de la vente de l'électricité au réseau entre un générateur indépendant et l'organisme de régulation local. Le contrat présuppose que les courants électriques peuvent être mesurés dans les deux sens et que les prix d'achat et de vente ont été fixés. Pour diverses raisons étroitement liées à ces deux conditions, les modalités du contrat peuvent être souvent difficiles à rédiger. Elles sont en plus différemment interprétées selon le rôle de la personne qui les lit : inspecteur, installateur, service public, etc. Il en va de même avec les règlements, les normes et les codes locaux, provinciaux ou municipaux.

6.7 Le manque de sensibilisation et de connaissance des applications photovoltaïques et de leurs profits

Comme pour toutes les technologies naissantes, expliquer et faire connaître la technologie photovoltaïque aux principaux acteurs et décideurs de ce pays est un défi à surmonter avant de définir la portée, les priorités et le calendrier du plan d'action. Souvent, l'information et la formation n'existent pas, la désinformation est rampante et les perceptions erronées sont nombreuses. Ceci est d'autant plus vrai pour la PV que l'éventail de personnes, de gouvernements et d'entreprises publiques et privées impliqués dans le développement des systèmes photovoltaïques en réseau est large. Voici en résumé quelques secteurs qui ont un grand besoin de formation et de sensibilisation.

Les utilisateurs finaux et les investisseurs

Le grand public, les consommateurs industriels et commerciaux, les services publics et le monde des finances ne sont pas vraiment au courant des débouchés de la PV, ni des points suivants :

- Le fonctionnement de la PV, la simplicité de son interconnexion au réseau, la possibilité de produire de l'électricité à l'aide d'un système solaire résidentiel ou d'une BIPV au Canada, etc.
- Une étude comparée avec les formes plus traditionnelles d'énergie pour ce qui est des coûts réels d'installation et de fonctionnement et des profits financiers dans diverses conditions et avec différentes applications.
- Les autres avantages non financiers comme la modularité, les courts délais de production, la diversification des combustibles, la réduction de l'instabilité des prix, une meilleure capacité de répondre à la demande en électricité, l'économie de construction de centrales et de réseaux électriques, l'économie de transport, la réduction des émissions de GES, etc.
- Les règles et les réglementations du marché de l'énergie, les processus d'autorisation aux niveaux provincial et municipal, les possibilités de financement ou les mesures incitatives pour installer la PV.
- La diversité des produits photovoltaïques (BIPV notamment), de leurs options, de leurs applications et de leur aspect visuel, les fournisseurs éventuels ainsi que les installateurs, le personnel de maintenance, etc.

Encourager les principaux acteurs de l'industrie

Le monde de l'industrie photovoltaïque est très diversifié, il comprend des architectes, des concepteurs, des constructeurs, des électriciens, des assureurs et bien d'autres encore. Tous ces intervenants ont un rôle et un point de vue distincts et leur perception des problèmes varie en conséquence. Cependant, leur capacité à résoudre des problèmes comme la montée en puissance et le maintien du marché photovoltaïque nécessite l'implication d'un nombre de personnes et d'un niveau de connaissance suffisants. Les secteurs canadiens suivants ont un grand besoin de sensibilisation :

Le plan des 200 toits de HEW d'Hambourg

En 1997, dans le cadre du plan « Hamburger Solarkonzept », le service public HEW d'Hambourg a installé à ses frais 200 systèmes photovoltaïques d'une capacité totale de 350 kWp sur des toits de résidences privées. HEW a payé une sorte de loyer à chaque propriétaire de résidence équipée en cédant 10 p. 100 par an de la propriété du système photovoltaïque. Les résidents pouvaient devenir ainsi propriétaire de leur système au bout de 10 ans. Le coût total du projet s'est élevé à 2,25 millions d'euros.

- Les architectes et les concepteurs ne sont toujours pas familiers avec les bénéfices de la BIPV. Ils ont tendance à ne pas en savoir assez sur les fournisseurs, les coûts des produits, la diversité des matériaux et des applications disponibles, la façon de les intégrer correctement dans la construction d'un bâtiment, etc.
- À cause de la faiblesse de la demande, les installateurs et les électriciens manquent de connaissance et d'expérience en ce qui concerne l'installation des systèmes photovoltaïques et les problèmes techniques associés comme le courant continu, les normes du CCE ou les lignes directrices provinciales d'interconnexion. Diverses initiatives de formation sont en projet, mais les autorités compétentes ne les ont pas encore formellement approuvées.
- L'industrie de la construction n'est pas prête à considérer la PV parce que les architectes et les concepteurs ne la connaissent guère et les entrepreneurs encore moins.
- Le problème est identique avec les souscripteurs et les assureurs. Quelques mauvaises expériences du passé ont suffi à assombrir pour longtemps leur perception de l'industrie.

Comme la PV est en plus considérée comme un marché de niche, la prudence est de rigueur, les clauses se multiplient et les primes augmentent.

Les principaux décideurs des administrations publiques

Dans l'ensemble, les décideurs des administrations municipales, provinciales et fédérales ne connaissent peu la PV et évaluent mal le rôle qu'elle peut jouer pour aider à résoudre le problème du changement climatique tout en encourageant l'innovation dans l'industrie canadienne, offrant des possibilités d'emploi, réduisant la pollution de l'air, faisant progresser l'atteinte objectifs de développement durable, répondant aux pics de demande énergétique, etc. Les politiciens devraient aussi connaître mieux :

- Le fonctionnement de la PV, la simplicité de son interconnexion au réseau, la production potentielle d'électricité au Canada;
- L'industrie actuelle au Canada qui comprend plusieurs importants fabricants de produits photovoltaïques et d'équipement d'appui comme les onduleurs et les batteries;
- Les coûts réels d'installation et d'exploitation ou la réduction des émissions de CO_2 (en tonne) consécutive à l'installation de systèmes BIPV sur les bâtiments gouvernementaux qui dépendent de formes d'énergie plus traditionnelles par exemple.
- Les différentes mesures politiques municipales, provinciales et fédérales qui permettraient d'offrir des incitatifs à l'industrie photovoltaïque et de favoriser son utilisation et l'utilisation de toutes les formes d'énergie renouvelable qui permettent la production répartie.

La sensibilisation et la formation sont requises sur deux fronts — i) démontrer les avantages et les débouchés de la PV aux différents acteurs clés afin de stimuler la demande et de pousser ainsi les utilisateurs finaux, les consommateurs et les investisseurs à acheter et à soutenir le développement des systèmes PV et BIPV; ii) monter une grande équipe d'experts techniques qui peut concevoir, installer et maintenir plus efficacement les systèmes PV et BIPV afin de jeter les assises d'une industrie forte et durable.

De l'expérience acquise par la pratique — L'exemple de la ville de Waterloo

Les nouveaux propriétaires de maison de la région de Kitchener-Waterloo vont bientôt pouvoir produire de l'électricité grâce au soleil qui frappe sur leur toit. Grâce à une subvention du gouvernement fédéral d'un peu plus d'un million de dollars, un partenariat inédit a été formé entre le secteur public et privé. Il implique la ville de Waterloo, les entreprises ARISE Technologies Corporation, Cook Homes, le service public Waterloo North Hydro, la Banque canadienne impériale de commerce et le professeur Ian Rowlands de l'Université de Waterloo.

Ce projet pilote à l'échelle de la collectivité d'une durée de deux ans et demi sera la première en son genre au Canada. Le projet servira de tremplin à la technologie canadienne de pointe, sensibilisera davantage aux débouchés de la PV et aidera à accélérer l'adoption par le marché des technologies photovoltaïques. Il permettra aussi de mieux comprendre les effets de l'électricité solaire de quartier sur le service public d'électricité, les institutions financières, l'urbanisme et le règlement municipal.

Les panneaux solaires photovoltaïques capables de produire 45 kilowatts d'énergie seront installés sur huit à dix nouvelles maisons. Outre qu'ils contribueront à la réduction de la pollution de l'air et des émissions de GES, ces panneaux pourront envoyer leur surplus d'énergie dans le réseau d'électricité.

Comme la PV est en plus considérée comme un marché de niche, la prudence est de rigueur, les clauses se multiplient et les primes augmentent.

Les principaux décideurs des administrations publiques

Dans l'ensemble, les décideurs des administrations municipales, provinciales et fédérales ne connaissent peu la PV et évaluent mal le rôle qu'elle peut jouer pour aider à résoudre le problème du changement climatique tout en encourageant l'innovation dans l'industrie canadienne, offrant des possibilités d'emploi, réduisant la pollution de l'air, faisant progresser l'atteinte objectifs de développement durable, répondant aux pics de demande énergétique, etc. Les politiciens devraient aussi connaître mieux :

- Le fonctionnement de la PV, la simplicité de son interconnexion au réseau, la production potentielle d'électricité au Canada;
- L'industrie actuelle au Canada qui comprend plusieurs importants fabricants de produits photovoltaïques et d'équipement d'appui comme les onduleurs et les batteries;
- Les coûts réels d'installation et d'exploitation ou la réduction des émissions de CO_2 (en tonne) consécutive à l'installation de systèmes BIPV sur les bâtiments gouvernementaux qui dépendent de formes d'énergie plus traditionnelles par exemple.
- Les différentes mesures politiques municipales, provinciales et fédérales qui permettraient d'offrir des incitatifs à l'industrie photovoltaïque et de favoriser son utilisation et l'utilisation de toutes les formes d'énergie renouvelable qui permettent la production répartie.

La sensibilisation et la formation sont requises sur deux fronts — i) démontrer les avantages et les débouchés de la PV aux différents acteurs clés afin de stimuler la demande et de pousser ainsi les utilisateurs finaux, les consommateurs et les investisseurs à acheter et à soutenir le développement des systèmes PV et BIPV; ii) monter une grande équipe d'experts techniques qui peut concevoir, installer et maintenir plus efficacement les systèmes PV et BIPV afin de jeter les assises d'une industrie forte et durable.

De l'expérience acquise par la pratique — L'exemple de la ville de Waterloo

Les nouveaux propriétaires de maison de la région de Kitchener-Waterloo vont bientôt pouvoir produire de l'électricité grâce au soleil qui frappe sur leur toit. Grâce à une subvention du gouvernement fédéral d'un peu plus d'un million de dollars, un partenariat inédit a été formé entre le secteur public et privé. Il implique la ville de Waterloo, les entreprises ARISE Technologies Corporation, Cook Homes, le service public Waterloo North Hydro, la Banque canadienne impériale de commerce et le professeur Ian Rowlands de l'Université de Waterloo.

Ce projet pilote à l'échelle de la collectivité d'une durée de deux ans et demi sera la première en son genre au Canada. Le projet servira de tremplin à la technologie canadienne de pointe, sensibilisera davantage aux débouchés de la PV et aidera à accélérer l'adoption par le marché des technologies photovoltaïques. Il permettra aussi de mieux comprendre les effets de l'électricité solaire de quartier sur le service public d'électricité, les institutions financières, l'urbanisme et le règlement municipal.

Les panneaux solaires photovoltaïques capables de produire 45 kilowatts d'énergie seront installés sur huit à dix nouvelles maisons. Outre qu'ils contribueront à la réduction de la pollution de l'air et des émissions de GES, ces panneaux pourront envoyer leur surplus d'énergie dans le réseau d'électricité.

7.0 La marche à suivre — Réaliser le potentiel de la PV en réseau au Canada

7.1 La vision à long terme de la production répartie d'électricité photovoltaïque pour le Canada

Comme illustré dans le chapitre 2, il est clair qu'un certain nombre de forces continuent de propulser la demande mondiale en faveur de la production répartie d'énergie renouvelable et que la PV fera partie intégrante de la transition vers des sources d'énergie plus durables. De plus, les politiques gouvernementales des pays comme l'Allemagne, le Japon et les États-Unis ont été motivées par les débouchés économiques, sociaux et environnementaux manifestes de la PV et par la réalisation que ce grand marché en développement rapide est la chance pour leur industrie de devenir des chefs de file mondiaux de la fabrication et de la fourniture de solutions à énergie solaire.

Personne ne peut encore prédire le rôle que jouera la PV dans l'avenir énergétique du Canada, même s'il est tout de même évident que l'exploitation de cette ressource est une aubaine pour le pays. La PV peut en effet aider le Canada à atteindre ses objectifs en matière d'émissions de GES, à minimiser la pollution de l'air et les répercussions sur l'environnement et la santé et enfin à stimuler une industrie forte et très innovante qui peut offrir des retombées économiques et sociales considérables. Grâce à un engagement de longue durée et d'étroites collaborations entre les secteurs public et privé, l'industrie photovoltaïque au Canada, avec le concours de tous les niveaux de gouvernement, peut jouer un rôle décisif dans l'élaboration des politiques et des programmes qui relèveront les défis actuels, favoriseront la connaissance du marché et catalyseront le marché pendant les 20 prochaines années.

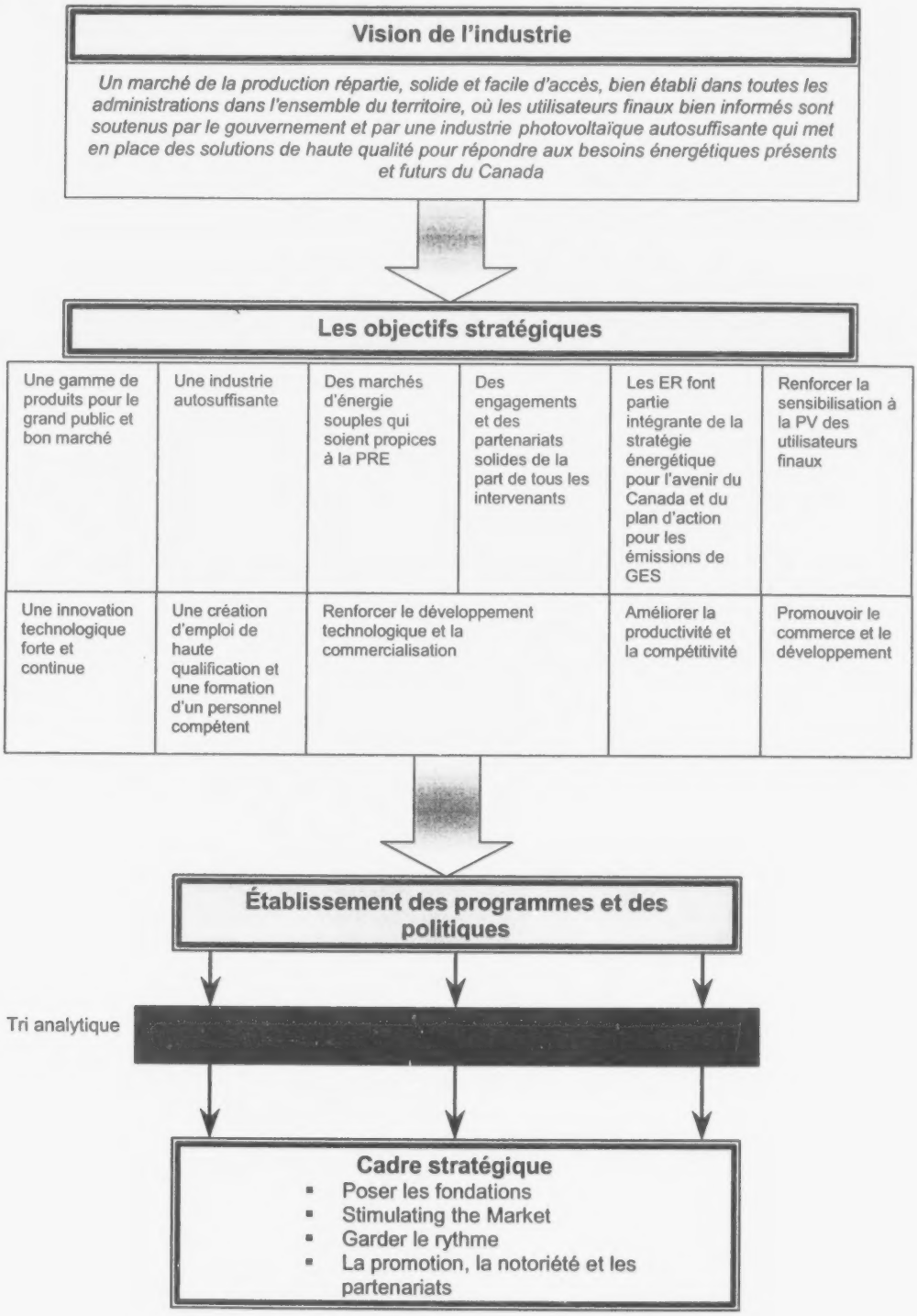
Pour réaliser ces objectifs, le Canada doit inventer une stratégie qui réponde à ses ambitions en matière d'innovation, de croissance économique, de productivité, de niveau de vie, notamment sur le plan environnemental, et de présence dans le marché mondial de l'énergie propre. Cette stratégie doit pouvoir fonctionner aussi avec les différents scénarios qui peuvent survenir à mesure que l'on s'approche, puis que l'on dépasse, la première période du budget du protocole de Kyoto qui s'étend de 2008 à 2012.

En prenant cela en considération, une série de mesures polyvalentes en matière de programmes et de politiques ont été prises dans le cadre actuel de travail qui devraient permettre d'accélérer l'introduction des systèmes photovoltaïques dans le marché canadien et d'encourager la production répartie d'électricité avec d'autres formes d'énergie renouvelable.

Sachant que la PV et la BIPV ne sont pas la seule solution, mais plutôt une partie intégrante de la stratégie globale du Canada pour favoriser la consommation des énergies renouvelables et réduire les émissions de GES, une approche en cinq étapes a été élaborée.

Premièrement, une vision globale de l'industrie photovoltaïque a été conçue. Deuxièmement, une série d'objectifs stratégiques, en accord avec cette vision et avec les priorités actuelles du Canada, notamment pour les changements climatiques, a été établie. Ces objectifs soutiennent également l'industrie photovoltaïque et sont compatibles avec les politiques et les programmes actuels du gouvernement et avec notre économie. Des propositions ont initialement été formulées, puis sélectionnées à l'aide d'un procédé analytique fondé sur les critères suivants : optimiser l'introduction de la PV dans le marché d'une façon rentable qui permette d'atteindre au mieux les objectifs stratégiques proposés, remplir nos engagements relatifs au changement climatique et répondre à nos futurs bescins énergétiques. Enfin, une série de mesures regroupées a été esquissée et soumise à l'examen. Cette approche en cinq étapes est illustrée à la figure 10.

Figure 10 : Réaliser le potentiel de la PV en réseau au Canada



7.2 La vision de l'industrie

Étant donné la diversité des intervenants qui jouent un rôle important dans l'industrie photovoltaïque, plusieurs scénarios ou visions de l'avenir sont envisageables. Ce fait est particulièrement bien reflété par l'étendue des commentaires fournis par les quelque quarante personnes interrogées dans cette étude. Ces commentaires et d'autres ont été synthétisés dans une vision simplifiée qui peut servir de point de départ pour une discussion.

> *Un marché de la production répartie, solide et facile d'accès, bien établi dans toutes les administrations dans l'ensemble du territoire, où les utilisateurs finaux bien informés sont soutenus par le gouvernement et par une industrie photovoltaïque autosuffisante qui met en place des solutions de haute qualité pour répondre aux besoins énergétiques présents et futurs du Canada.*

7.3 Les objectifs stratégiques

Les politiques et les programmes qui visent à faciliter l'introduction d'une ou de plusieurs solutions technologiques ou approches particulières — la PV en réseau dans ce cas — doivent s'efforcer d'atteindre des objectifs stratégiques bien précis qui sont cohérents avec la vision proposée. D'un autre coté, les mesures prises ne doivent pas léser des solutions comparables, ou avoir un effet négatif sur l'économie, la compétitivité des entreprises ou l'environnement. Elles doivent en même temps être en droite ligne des autres principaux objectifs nationaux, comme l'innovation et les changements climatiques.

Il est donc recommandé que les politiques et les programmes cherchent à atteindre les deux types d'objectifs suivants :

Les objectifs de l'industrie photovoltaïque

1. **Faire baisser les prix et accroître la compétitivité** afin d'introduire dans le marché une gamme de produits pour le grand public.
2. **Établir une industrie autosuffisante** formée de fabricants, de distributeurs, d'installateurs et d'inspecteurs compétents.
3. **Établir des marchés provinciaux souples de l'énergie** partout au Canada pour encourager toutes les formes de production répartie.
4. **Obtenir des alliances et du soutien solides et des engagements à long terme sérieux** de tous les principaux intervenants — tous les niveaux de gouvernements, les établissements d'enseignement et de recherche, les électriciens, les architectes, etc.
5. **S'assurer que les énergies renouvelables, dont la PV, font partie intégrante de la stratégie de l'avenir énergétique du Canada** et de son plan de réduction des émissions de GES.
6. **Renforcer la sensibilisation et la formation** à la PV auprès du grand public, des utilisateurs finaux, des investisseurs et du secteur industriel (notamment les concepteurs, les constructeurs et les électriciens).

Les objectifs plus larges

1. **Une innovation technologique forte et continue** — L'innovation est la pierre angulaire d'une entreprise fondée sur le savoir — une ouverture au changement et une volonté d'adaptation sont des conditions nécessaires pour garder les parts de marché et répondre aux besoins et aux désirs en évolution des clients d'aujourd'hui. Les mesures avancées doivent soutenir le programme d'innovation du Canada.
2. **Renforcer le développement et la commercialisation technologique** — Le Canada possède plusieurs entreprises technologiques dans le domaine photovoltaïque qui sont des chefs de file de calibre mondial. Il est donc impératif d'encourager l'innovation, d'attirer les investisseurs et d'aider les entreprises canadiennes à devenir concurrentielles sur la scène internationale et à protéger leur propriété intellectuelle.
3. **Créer des emplois de haute qualification et former un personnel plus compétent** — L'emploi ne renforcera pas seulement l'industrie photovoltaïque, mais il aura aussi un effet multiplicateur partout dans le pays.
4. **Augmenter la productivité et la compétitivité** — Les marchés mondiaux continuent de croître à un rythme rapide qui ouvre aux entreprises canadiennes des perspectives illimitées, mais les expose aussi à une concurrence plus féroce des marchés extérieurs. C'est pourquoi les politiques ne doivent pas entraver la compétitivité des entreprises mais au contraire favoriser l'augmentation de la productivité et appuyer la transition vers les énergies renouvelables d'une manière qui soutienne une forte croissance économique dans le pays.
5. **Promouvoir le commerce et le développement** — Les marchés de l'énergie propre au Canada sont encore très modestes. La plus grosse partie de la croissance et du marché à venir sera axé sur l'export, ce qui est fondamental pour une économie saine. Les stratégies doivent aider à pénétrer ces marchés, particulièrement là où la demande est forte et où les entreprises canadiennes peuvent offrir des solutions économiques et de qualité.

7.4 Les mesures stratégiques pour intégrer la photovoltaïque dans l'avenir énergétique du Canada

La recherche bibliographique et les interviews ont permis de déterminer toute une série de mesures, de politiques et de programmes qui, une fois appliqués, devraient faire baisser les coûts, stimuler le marché photovoltaïque et renforcer la capacité des fournisseurs canadiens de la PV à déployer leurs solutions sur le territoire. Après de plus amples discussions et analyses, il a été décidé qu'il serait plus avantageux de ne garder que quelques recommandations qui seront d'autant plus efficaces qu'elles seront mises en œuvre dans une approche coordonnée et progressive (voir la figure 11).

Les mesures proposées regroupent des activités standards, éprouvées et bien connues, dérivées des politiques et des programmes existants et incorporent aussi des idées nouvelles qui n'ont peut-être pas été employées dans le passé, mais qui sont tout de même soumises à la réflexion. Elles devraient par conséquent aider à répondre aux obstacles présentés au chapitre 5 et aider aussi bien l'industrie que le gouvernement à accomplir les objectifs stratégiques, indiqués au paragraphe 7.3, et finalement à faire de la vision de l'industrie du paragraphe 7.2 une réalité.

Ces mesures constituent le fondement d'une stratégie efficace pour les énergies renouvelables. Leur réussite exige une vision partagée, des étapes et des objectifs précis, des efforts et des engagements à long terme et de l'autorité de la part de tous les acteurs clés. Chacune de ces mesures est décrite ci-dessous.

Le plan PAEE de l'Espagne

Le P.A.E.E. (*Plan de Ahorro Energético y Eficiencia Energética*) a été mis en œuvre dans différentes régions de l'Espagne. Il subventionne l'installation de la PV jusqu'à concurrence de 4,1 €/Wp (soit 600 PTA/Wp) pour un système en réseau et 8,2 €/Wp (soit 1200 PTA/Wp) pour un système hors réseau. Le PAEE a commencé en 1991 et s'est achevé en 2000. La contribution de source privée s'est montée à 2 950 millions de pesetas, soit 50 p. 100 des investissements associés. On estime aujourd'hui que le PAEE a permis d'installer 7 000 MWp de systèmes photovoltaïques (dont les systèmes autonomes, les systèmes en réseau et les projets pilotes) avant la fin de 2000.

Figure 11 : Réaliser le potentiel de la PV en réseau au Canada

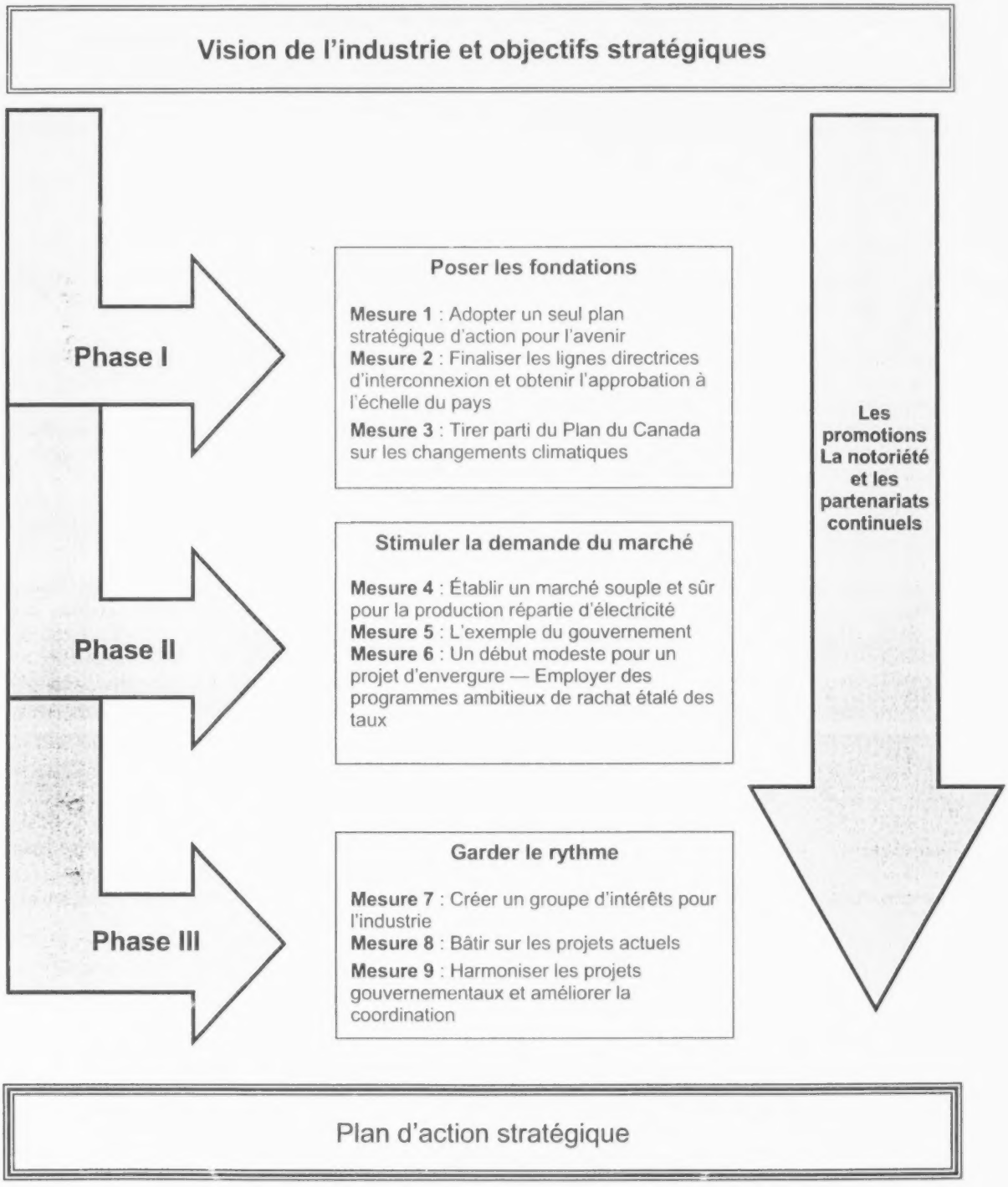
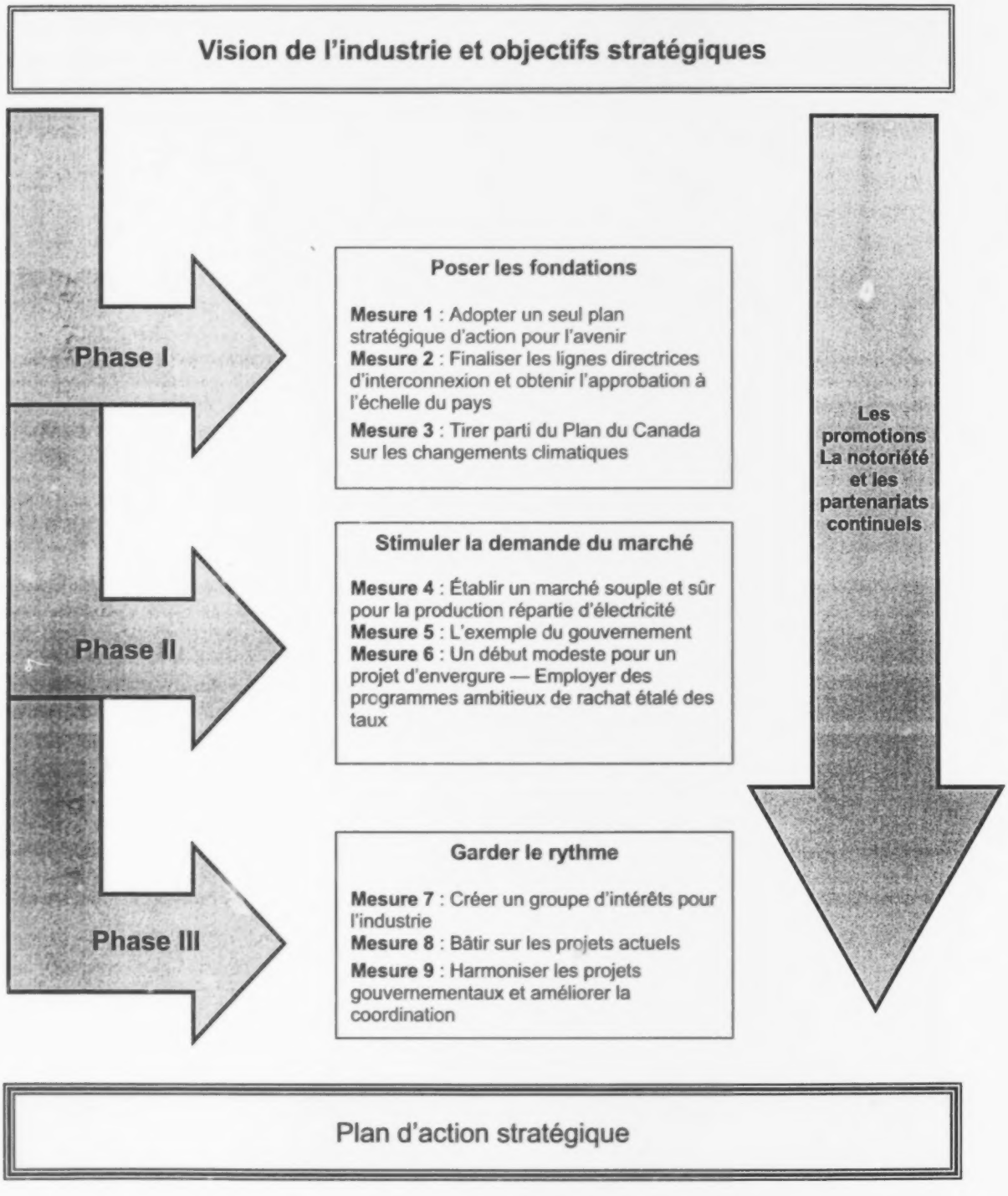


Figure 11 : Réaliser le potentiel de la PV en réseau au Canada



7.4.1 Étape I : Poser les fondations

Mesure 1 : Adopter un seul plan d'activités stratégique pour l'avenir
Plusieurs études ont été effectuées au Canada et dans le monde pour trouver les mécanismes, les politiques et les programmes qui pourraient faire baisser les coûts et provoquer le succès de la PV, de la BIPV et des énergies renouvelables en général[27]. Même si le présent rapport regroupe bien des découvertes et des recommandations appropriées dans un plan d'action concis, il est conseillé que le gouvernement fédéral (Industrie Canada et RNCan) joue un rôle directeur et :

i. Distribue le présent rapport parmi les principaux intervenants de l'industrie pour susciter des réactions et obtenir des renseignements supplémentaires au sujet de son contenu et surtout à propos des mesures qui y sont avancées.

ii. Organise un congrès national pour finaliser le rapport et son plan d'action dans l'idée de rallier le soutien de l'industrie et des acteurs clés pour ce plan (ou sa version modifiée) et d'en faire un objectif central pour les prochaines années. Les rôles et les responsabilités des intervenants devront être définis individuellement d'un commun accord.

iii. Détermine si l'industrie photovoltaïque et les principaux acteurs veulent que les mesures convenues soient à la base d'un plan d'activités pour l'industrie de la PV et de la BIPV en réseau ou qu'elles soient intégrées dans une stratégie globale pour l'industrie des énergies renouvelables au Canada. Plus précisément, l'industrie photovoltaïque doit déterminer les modalités de collaboration, si elle en souhaite, avec les autres secteurs des énergies renouvelables afin de faire progresser ses intérêts et d'optimiser le développement de la production répartie d'électricité. S'il apparaît que la coopération est la voie à suivre, il lui faudra convenir d'un plan d'action commun et obtenir des engagements de la part de chacun des principaux protagonistes.

iv. Aide les associations industrielles — la CanSIA et la SESCI (ou probablement un groupe sélectionné d'associations en faveur des énergies renouvelables) à mettre en place le plan d'action convenu en leur fournissant les conseils, les ressources et les renseignements appropriés dans le cadre des politiques et des programmes actuels et futurs.

Le leadership du gouvernement fédéral est irremplaçable, mais le succès n'est garanti que si l'industrie participe activement et s'engage à long terme à réaliser les mesures précises et ciblées adoptées en commun.

Mesure 2 : Finaliser les lignes directrices d'interconnexion et obtenir l'approbation à l'échelle du pays
MicroPower Connect a publié un document qui contient les procédures d'interconnexion des systèmes de production répartie d'électricité (PRE) de moins de 600 V. Après ample révision, il sera soumis au CSA pour être ajouté au code canadien d'électricité. Une fois qu'il aura été approuvé au niveau fédéral, tous les secteurs de l'industrie concernés par ces lignes directrices devront travailler de concert pour s'assurer qu'elles sont aussi adoptées dans l'ensemble du Canada par tous les gouvernements provinciaux et les services publics locaux.

[27] Pembina par exemple a récemment écrit un rapport intitulé *Low-Impact Renewable Energy Policy in Canada: Strengths, Gaps and a Path Forward* (Fév 2003). CanSIA a tenu une séance de planification stratégique pour l'industrie au mois de mars 2003 et RNCAN a préparé un rapport complet sur les BIPV intitulé *Photovoltaics for Buildings – Opportunities for Canada* (2001)

Ultérieurement, MicroPower Connect pourra être chargé de la coordination et de la rédaction d'autres normes d'interconnexion ou de codes associés qui sont aujourd'hui incompatibles, incomplets ou en opposition avec l'essor de la production répartie d'électricité au Canada. MicroPower, par exemple, pourrait bien être sollicité afin d'étudier les points suivants :

- L'option d'anti-îlotage des onduleurs. Si les fournisseurs publics d'électricité ou les équipementiers publics tombaient d'accord sur une norme de qualité d'onduleurs, le CCE pourrait être modifié afin de rendre les sectionneurs inutiles et réduire ainsi les coûts d'installation;
- L'adoption des lignes directrices de facturation nette par tous les services publics dans tout le Canada. Une fois la politique de la facturation nette clairement déterminée, il sera nécessaire de définir les procédures et les protocoles pour faciliter son application. Cette action devrait encourager les acteurs du marché, en particulier les services publics, à commencer à préparer le marché de la PRE;
- Des contrats d'interconnexion standardisés aux modalités précises qui simplifient l'accord entre le producteur réparti et le service public minimiseront le recours à une aide juridique et technique;

Grâce au grand nombre de personnes impliquées, à leur expertise et aux infrastructures actuelles, il est probable que la mission de MicroPower Connect sera couronnée de succès.

Mesure 3 : Tirer parti du Plan du Canada sur les changements climatiques
Le gouvernement fédéral s'est engagé à ce que 10 p. 100 de la production des nouvelles installations proviennent de nouvelles sources d'énergie renouvelable. Il n'a cependant pas indiqué comment il s'y prendrait pour atteindre cet objectif. Quoi qu'il en soit, cette stratégie se doit de soutenir le plus grand nombre possible d'énergies renouvelables. Il est bon également que l'industrie photovoltaïque travaille en collaboration avec l'industrie des autres énergies renouvelables afin de :

i. Obtenir du gouvernement fédéral la promesse d'utiliser plusieurs énergies renouvelables, dont la PV et la BIPV en réseau, pour atteindre cet objectif; On pourrait même prévoir une contribution minimale (peut-être 1 à 2 p. 100).

ii. Démontrer au gouvernement fédéral les avantages d'une politique encore plus audacieuse qui satisferaient aux accords signés à Kyoto ou ultérieurement (par exemple, obtenir 10 p. 100 de la production totale actuelle d'électricité avec des énergies renouvelables qui ne soit pas hydroélectriques).

iii. Déterminer les procédés qui permettront de réaliser facilement et à moindres coûts le prudent objectif de 10 p. 100 de production nouvelle, ceux qui aideront à remplir les engagements sur le changement climatique à court terme (c.-à-d. Kyoto) et à long terme, et ceux qui exploiteront au maximum le large potentiel de ressources renouvelables, notamment solaire. Voir la mesure 4 de l'étape II ci-dessous.

iv. S'assurer que le gouvernement du Canada achète des crédits de réduction d'émissions de GES qui proviennent de MDP (mécanisme de développement propre), AC (application conjointe) et d'autres projets de compensation reliés à l'utilisation de la PV et de la BIPV en réseau dans le cadre des crédits équivalents à quelque 10 MT de réductions d'émissions qu'il a déclaré vouloir acheter chaque année pour respecter ses engagements.

7.4.2 Étape II : Stimuler la demande du marché

Il existe un certain nombre d'encouragements fiscaux, de mesures et de politiques financières qui peuvent être employées pour stimuler la demande du marché de la PV et de la BIPV en réseau et de la production répartie en général. Elles peuvent être consultées dans la littérature. À la lumière des renseignements glanés au cours de cette enquête et des programmes qui ont réussi jusqu'à présent, les trois mesures suivantes sont recommandées.

Mesure 4 : Établir un marché souple et sûr pour la production répartie d'électricité

La plupart des problèmes liés à l'énergie sont sous administration provinciale. Il serait pourtant avantageux dans ce domaine de fonder une coopération fédérale-provinciale. Cette alliance est même nécessaire pour faire de l'énergie verte et de la production répartie une priorité et construire une vraie stratégie d'énergie durable qui permettrait enfin au Canada de respecter ses engagements de Kyoto. Malgré toutes les difficultés, le gouvernement fédéral se doit de travailler directement avec les autorités provinciales et territoriales dans le cadre d'un groupe commun de travail (ou groupe spécial) sur la production répartie d'électricité, afin d'améliorer les réglementations et les politiques d'énergie les plus importantes pour éliminer les obstacles actuels, développer au maximum les sources d'énergie plus efficaces et plus propres et répondre en fin de compte aux problèmes cruciaux tels que l'innovation, les changements climatiques, la pollution de l'air et la croissance économique.

Le groupe commun de travail est chargé dans les prochaines années de définir les mesures appropriées pour atteindre ces objectifs, et il y a de fortes chances qu'elles contiennent les points suivants :

- Rendre obligatoire la facturation nette et la tarification différenciée dans le temps. Les détails techniques pourront être réglés par un groupe d'experts, tel que MicroPower Connect, comme on l'a indiqué ci-dessus.
- Définir un portefeuille d'énergie renouvelable (PER) minimum que chaque province devra atteindre ou dépasser.
- Adopter les protocoles d'interconnexion cohérents, justes et uniformes que MicroPower Connect a préparés.
- Exiger des services publics qu'ils établissent des conventions d'achat d'électricité auprès des producteurs répartis qui soient simples et normalisées.
- Accorder à l'électricité verte des bonifications, lui offrir des mesures financières avantageuses (comme le bonus de proximité de l'Alberta, l'exonération de la TPS ou de la TVP, les déductions d'impôt des intérêts capitalisés par des investissements sur les énergies renouvelables) et lui supprimer des frais supplémentaires comme le remboursement de la dette ou les frais de transport. Ces types d'initiatives aideraient non seulement la PV et la BIPV, mais aussi les autres sources d'énergie propre, comme le vent et le gaz d'enfouissement, partout au Canada et elles rendraient le marché en évolution plus compétitif.

Le groupe commun de travail sera chargé de l'examen continu des impôts fédéraux et provinciaux et de la politique fiscale (voir la mesure 8 ci-dessous) pour trouver les autres mesures qui permettront de développer la PRE, de favoriser l'innovation et l'investissement en matière de solutions de moindre intensité carbonique et d'encourager la croissance économique et la concurrence. Enfin, ce groupe ou un autre comité d'experts désignés pourra aider les provinces à mettre en œuvre ses mesures de façon coordonnée tout en gardant ouverte la communication (partager les idées, les succès, les échecs, etc).

Mesure 5 : L'exemple du gouvernement

Le gouvernement canadien a déjà élaboré un des programmes d'acquisition d'énergie verte le plus audacieux au monde — Plan d'achat d'électricité propre du gouvernement fédéral. C'est une entreprise louable qui produira beaucoup de fruits. Pour tirer parti de ces succès, les points suivants sont recommandés :

- Industrie Canada et RNCan doivent s'assurer qu'un large éventail d'énergies vertes bénéficient de ce plan et notamment la PV et la BIPV en réseau. Ce sont presque toujours les solutions les plus rentables qui tirent leur épingle du jeu, et pour cause, mais l'achat d'autres énergies propres permettra d'en faire la promotion et la sensibilisation et de construire au Canada une industrie de l'énergie renouvelable équilibrée.
- Des mécanismes de financement innovateurs, comme la titrisation ou les fonds renouvelables à faible taux d'intérêt, doivent être mis en place afin d'encourager l'achat d'électricité verte par les services publics fédéraux, provinciaux et municipaux. Ces services publics pourraient allouer cette électricité dans des projets comme le parc de logements sociaux, les écoles, les bâtiments gouvernementaux, les parcs, l'éclairage public, etc. Ce type de fonds pourrait être alimenté par des contributions gouvernementales et des investissements privés sur la base d'un remboursement ultérieur avec intérêt. Un financement supplémentaire pourrait être purement privé de façon à minimiser le risque pour les contribuables. Le programme de financement pourra se développer conjointement avec d'autres programmes afin de favoriser d'autres activités dans ce domaine.
- Les acteurs principaux veillent à ce que les gouvernements provinciaux et municipaux (par des programmes comme la campagne Partenaires dans la protection du climat (PPC) de la FCM), les entreprises et les services publics locaux appliquent et développent les initiatives d'énergie verte actuelles.

Le plan NOZ-PV des Pays-Bas

En 1994, diverses organisations des Pays-Bas sous la houlette du ministère de l'Énergie et de l'Environnement (représenté par NOVEM) ont lancé le plan NOZ-PV de coopération pour l'expansion et la diffusion du marché des PV décentralisées. Le Plan d'introduction photovoltaïque prévoyait l'installation d'une capacité photovoltaïque de 7,7 MWp avant l'an 2000 et de 500 MWp avant 2010. Le premier objectif de 7,7 MWp a été largement dépassé puisque c'est en fait 9,2 MWp qui ont été installés avant la fin de 1999 et pour atteindre 12,5 MW à la fin de 2000. Le nouveau plan a révisé ses objectifs à 300 MW pour 2010 et a prévu 1 400 MW pour 2020. De plus, il tentera de réduire les coûts d'investissements à 2,75 NLG/kW d'ici à 2010.

Mesure 6 : Un début modeste pour un projet d'envergure — Employer des programmes ambitieux de rachat étalé des taux

Des exemples de programmes réussis de rachat des taux ont été obtenus aux États-Unis, au Japon, en Allemagne et dans d'autres parties du monde. Ces initiatives sont extrêmement fructueuses. Notamment, elles rehaussent la notoriété de la PV, créent de nouveaux emplois, élargissent les connaissances et l'expérience des intervenants, favorisent l'innovation, augmentent la demande, réduisent les prix, encouragent les collaborations, etc. Mais elles souffrent en contrepartie d'un sérieux problème : elles réclament des engagements à trop long

terme et elles sont souvent perçues comme des subventions lourdes qui ne favorisent que des technologies très pointues. Il est donc recommandé d'adopter une approche novatrice en plusieurs volets qui doit être mise au point et mise en œuvre sur une période de cinq à dix ans. L'approche se décompose comme suit :

i. *Commencer par les villes.* Plutôt que de commencer un programme de rachat des taux tout de suite à l'échelle nationale, il est préférable de désigner deux ou trois villes pilotes enthousiastes, comme l'ont été Kitchener-Waterloo. Les projets pilotes s'étalant sur une période de un ou deux ans pourraient attirer des financements de sources variées (comme les FATDD, les FIMV, le PENSER et la FCM) ou de futurs programmes gouvernementaux (si TEAM est renouvelé). Ils pourraient être intégrés dans le Plan du Canada sur les changements climatiques (voir les mesures 3 et 4), utiliser les technologies canadiennes là où c'est possible et former un partenariat public-privé entre les municipalités, les investisseurs, les services publics, les fournisseurs, les constructeurs, etc.

ii. *Élargir aux provinces.* Une fois la démonstration faite au niveau local, certaines provinces et quelques services publics de grande envergure peuvent prendre le relais et développer sur plus de trois ans un programme de 100 000 toits solaires dans une province phare, par exemple.

iii. *Couvrir le pays.* Lorsque le programme provincial parvient à maturité, que les autres problèmes ont été résolus (voir les mesures 1 à 3) et que les actions importantes ont été accomplies (voir les mesures 4 et 5), le programme peut enfin s'étendre à l'ensemble du Canada dans le cadre plus général de la stratégie du changement climatique. Un programme d'installation de 250 000 à 500 000 toits solaires est envisageable.

Cette approche tripartite ne sera un succès national que si :

- Les barrières institutionnelles sont levées.
- Les mécanismes de financement novateurs, comme les fonds renouvelables, sont agrémentés d'engagements à long terme pour protéger les contribuables.
- Le programme est réglementé par des règles claires et transparentes, notamment en ce qui concerne les prêts et le calendrier des financements dégressifs.
- Le programme est suffisamment souple pour pouvoir intégrer diverses technologies, mais pas trop pour créer un climat d'incertitude.
- La créativité et l'innovation sont encouragées. Par exemple, il serait bon d'installer et de mettre en valeur différentes applications (comme des BIPV sur l'édifice central de la colline du parlement ou pour le complexe sportif des jeux olympiques de Whistler en 2010), différentes technologies (la PV intégrée et autonome) et des approches polyvalentes.
- Un esprit de coordination, de communication et de partenariat est encouragé et maintenu pendant toute la durée du programme.

7.4.3 Étape III : Garder le rythme

Garder le rythme est une des conditions essentielles au succès de cette entreprise. Il faut constamment soutenir le progrès technologique, le perfectionnement des compétences et la croissance du marché. Cet objectif peut être atteint en amplifiant les mesures citées précédemment, en favorisant les partenariats et les activités de sensibilisation présentés

ci-dessous et en créant un groupe représentatif influent. Il est donc recommandé de prendre les mesures suivantes.

Mesure 7 : Créer un groupe d'intérêts pour l'industrie
Les représentants de l'industrie et d'autres intervenants doivent faire pression sur le gouvernement pour qu'il considère et finalement exécute les politiques et les programmes gouvernementaux de ce plan d'action (comme les PER ou les fonds supplémentaires en faveur des programmes ERSE). CanSIA est aujourd'hui le porte-parole de l'industrie solaire pour le Canada.

Il est donc conseillé que l'industrie photovoltaïque travaille de concert avec des secteurs alliés, notamment l'écologie, l'énergie éolienne, la biomasse et les petites centrales hydroélectriques, pour créer un groupe d'intérêts national capable de se faire entendre efficacement et de coordonner les différentes activités au profit de tous sous la forme, par exemple, d'une stratégie nationale de l'industrie de l'énergie propre. Comme chaque secteur a ses problèmes et ses priorités propres, il est nécessaire de mettre en place une approche novatrice et coordonnée, dotée d'une grande autorité. Il existe déjà des exemples comparables dans d'autres petits secteurs de l'industrie tels que la biotechnologie — BioProducts Canada — qui se sont révélés positifs.

Mesure 8 : Bâtir sur les projets actuels
Comme indiqué dans le paragraphe 4.2, il existe déjà un large éventail de programmes établis en soutien à l'industrie photovoltaïque et aux énergies renouvelables en général. Il faut mettre l'accent sur les succès des projets actuels, soutenir les nouvelles idées les plus performantes, abandonner celles qui ne donnent pas de résultats satisfaisants et favoriser les initiatives complémentaires. Des exemples d'activités qui pourraient être considérées sont les suivantes :

- Coordonner les efforts des divers ministères (mesure 8).
- Étudier les mécanismes de financement actuels, comme PTC, TEAM et le FATDD, afin d'évaluer comment ils pourraient être employés pour mieux soutenir ce secteur ou modifiés pour encourager plus efficacement la recherche, les projets pilotes et le développement de la PV et de la BIPV et plus généralement de la PRE d'énergies renouvelables.
- Vérifier si mesures incitatives du gouvernement fédéral, comme l'EPÉÉ, peuvent être étendues à d'autres technologies d'énergie renouvelable.
- Analyser les politiques énergétiques provinciales pour déterminer les moyens efficaces de supprimer les obstacles et établir des politiques novatrices telles que celles présentées dans la mesure 4 afin de catalyser les sources d'énergie plus propre.
- Revoir les initiatives de R-D telles que celles du PARI et du CRSNG afin d'accélérer le développement et l'innovation technologique de la PV au Canada. La R-D est en effet un élément essentiel pour abaisser le prix des technologies et les rendre compétitives, optimiser leur application et étendre leurs ressources. La baisse des prix entraînera en bout de ligne l'augmentation de la demande.

Mesure 9 : Harmoniser les projets gouvernementaux et améliorer la coordination
Les efforts du gouvernement fédéral en matière de PV (et des énergies renouvelables en général) devraient être plus cohérents et plus clairement en accord avec les besoins et les objectifs stratégiques de l'industrie de la PV et des énergies renouvelables (voir par exemple le plan d'action commun de la mesure 1) et avec sa propre politique sur le changement climatique.

La PV est un élément essentiel au succès de la réduction des émissions et à l'accès aux futures possibilités économiques offertes par les énergies renouvelables. Jusqu'à présent, le leadership et le soutien du gouvernement fédéral ont été primordiaux pour le progrès de la PV au Canada. Cependant, à cause de la grande diversité dans la direction des affaires publiques, bien des initiatives en relation avec l'énergie solaire ne sont pas cohérentes entre elles. À Industrie Canada par exemple, la PV dépend de la Direction de la marine alors que l'énergie héliothermique dans l'air et l'énergie héliothermique dans l'eau dépendent de deux directions différentes. De même, à RNCan, le secteur de l'énergie gère l'utilisation de l'énergie dans sa Division de l'énergie renouvelable et électrique et la R-D dans le Centre de la technologie de l'énergie de CANMET. Même si les coopérations fonctionnent parfois très bien, la diversité des programmes de ces organismes peut conduire à la redondance des activités, à des politiques et des planifications stratégiques sans rapport entre elles et à une allocation des ressources inefficace pour les besoins de l'industrie.

La coordination de tous ces groupes est rendue encore plus difficile par une multitude d'autres organismes du gouvernement fédéral influents tels que l'Office de l'efficacité énergétique (une division distincte à l'intérieur de RNCan), les Fonds d'action pour le changement climatique (qui financent le Secrétariat du changement climatique du CPM) et la Société canadienne d'hypothèques et de logement (une société d'État). Les administrations provinciales et municipales compliquent aussi la situation.

7.4.4 Les promotions, la notoriété et les partenariats continuels

Pendant la mise en place et la mise en œuvre des mesures précédentes, il est essentiel que le gouvernement et l'industrie travaillent ensemble afin de maintenir et de renforcer les efforts actuels pour augmenter les connaissances et la compétence de ceux qui sont impliqués dans le financement, la conception, la fabrication, la distribution, l'installation et l'exploitation des systèmes photovoltaïques, ainsi que de ceux qui peuvent aider à la promotion de ces produits à l'aide de programmes et de politiques. Le gouvernement et l'industrie ont fait des progrès remarquables dans ce domaine, mais ils doivent poursuivre leurs efforts sur tous les fronts afin que les acteurs soient au courant des plus récentes découvertes technologiques, connaissent les produits et les prix, sachent plus efficacement profiter des mécanismes du marché et de la politique pour tirer parti des occasions et mieux comprendre les avantages de la PV et de la PRE en général.

La communication, la publicité et la promotion sont des techniques bien connues dont voici quelques exemples :

- Mettre à jour les sites Web.
- Présenter le marché et l'industrie.
- Entreprendre des programmes régionaux de formation et de sensibilisation, organisés pour des intervenants provenant de divers horizons.
- Participer à des conférences — non seulement au sujet de l'environnement et des énergies propres, mais aussi de l'électricité, du génie civil, de la consommation et d'autres secteurs industriels.
- Organiser des démonstrations techniques qui permettront aux technologies canadiennes de pénétrer des marchés intérieurs et extérieurs importants et qui feront la promotion de l'innovation de l'industrie canadienne des applications photovoltaïques éprouvées.

Des partenariats et des alliances solides sont essentiels pour hisser l'industrie à un niveau supérieur, la faire entendre et lui donner plus d'influence. Plus important encore, ils l'aideront à progresser dans son programme, à réussir à accomplir la série de mesures proposées et, au bout du compte, à atteindre ses objectifs stratégiques et à réaliser sa vision de l'industrie. Cela implique de s'appliquer avec énergie à consolider les partenariats actuels et à encourager des alliances nouvelles et si possible plus créatives. Par exemple :

- Donner à l'industrie un porte-parole influent qui tienne compte de l'avis des principaux dirigeants de l'industrie photovoltaïque et d'autres intervenants, afin de jouer un rôle plus important au sein de l'association.
- Établir une nouvelle relation de travail avec les autres membres de la collectivité de la production répartie afin de mieux intégrer la PV et les énergies renouvelables dans la stratégie de l'avenir énergétique du Canada et dans son plan de mise en œuvre contre le changement climatique. Les mesures 1 et 7 sont des exemples qui illustrent cette approche.
- Former une alliance avec une grande chaîne de magasin au détail, tel que Home Depot, comme campagne de sensibilisation auprès du grand public. Divers produits photovoltaïques (de grande consommation, BIPV) pourraient être en vente avec un plan de financement à la clé ou simplement exposés pour information. Des spécialistes compétents de l'industrie pourraient travailler avec la chaîne de magasin dans le but de conseiller les clients intéressés à choisir et à installer les systèmes photovoltaïques, à obtenir les différents permis et à profiter des financements et des encouragements fiscaux disponibles. Cette alliance pourrait aussi faire partie du programme de rachat des taux suggérés dans la mesure 6.
- Travailler plus étroitement avec les administrations municipales pour obtenir leur soutien et aller de l'avant (selon une démarche ascendante), sans négliger les services publics et les gouvernements provinciaux. Dans cette démarche, il faudra sélectionner judicieusement parmi les dirigeants, les collectivités dynamiques, les organisations et les organismes provinciaux.
- Poursuivre les collaborations entre le gouvernement et le monde des affaires (comme MicroPower Connect) et forger de nouveaux axes public-privé qui impliqueront d'autres intervenants, du milieu universitaire par exemple, afin de faire progresser la R-D, l'innovation et l'expérience technique. Il serait peut-être pertinent de regarder les programmes et les objectifs d'initiatives actuelles telles que les Centres d'excellence nationaux, la Fondation de l'innovation et le programme des chaires de recherche afin de déterminer dans quelles mesures elles pourraient faciliter le progrès technologiques de la PV — serait-il par exemple utile de fonder un centre d'excellence national sur les énergies renouvelables?

- Encourager les collaborations pluridisciplinaires — mettre à profit l'expérience et les connaissances d'experts provenant de divers horizons pour mettre en œuvre des initiatives complexes et novatrices, commercialiser des technologies naissantes et accélérer l'élaboration des produits. Par exemple, une équipe pluridisciplinaire composée de divers fonctionnaires gouvernementaux, de différents investisseurs, de services publics, d'architectes, d'ingénieurs civils, de promoteurs, d'inspecteurs, d'électriciens et d'autres sera requise pour réussir le programme de rachat des taux (voir la mesure 6).

L'objectif de 20 MWp d'électricité photovoltaïque pour la Thaïlande en 2002

En 1997, le Bureau national de la politique énergétique (BNPE) thaïlandais a instauré une politique de diffusion des applications photovoltaïques qui prévoyait d'installer 20 MWp entre 1998 et 2002 dans le cadre du 8e Plan national de Développement économique et social. Le BNPE encourage l'utilisation de l'énergie photovoltaïque en subventionnant à hauteur de 50 p. 100 les systèmes autonomes et les systèmes en réseau. Ces derniers peuvent être aussi bien installés sur les toits (6 MWp) qu'être des applications d'intérêt publics (4 MWp); le Commissariat à la Production d'électricité de la Thaïlande sera le maître d'œuvre principal de ce projet.

ANNEXE A : Bibliographie

Alderfer, Brent R.; Starrs, Thomas J.; Eldridge, M. Monika, PE. *Making Connections – Case Studies of Interconnection Barriers and their Impact on Distributed Power Projects.* U.S. Department of Energy. May 2000.

Austin, Duncan; Hanson, Craig. *Introducing Green Power for Corporate Markets: Business Case, Challenges, and Steps Forward.* Corporate Guide to Green Power Markets. Washington, DC, July 2002.

Canada NewsWire. *New Research Initiative to Manufacture Solar Energy Products in Ontario.* www.canadanewswire.ca/releases/June2002/14/c6213.html.

CANSIA. Information Bulletins – www.cansia.ca

CanSIA Photovoltaic Industry, *Strategic Planning Results*, The Desk-Solutions for Strategic Questions, Oakville, Ontario, March 2003.

CanSIA Solar Thermal Industry, *Strategic Planning Results*, The Desk-Solutions for Strategic Questions, Oakville, Ontario, March 2003.

Center for Renewable Energy and Sustainable Technology, Expanding Markets for Photovoltaics: What to Do Next; Renewable Energy Policy Project.

Clean Air Renewable Energy Coalition, *Grid-connected Solar Photovoltaics*, Fact Sheet 6.

Cusack, Patrick, P.Eng. *Removing barriers to Utility Interactive Photovoltaic systems: What Canada can learn from the Netherlands Experience.* Waterloo, Ontario: ARISE Technologies Corporation, June 2001.

Dignard-Bailey, Lisa. *Situation présente et evolution du photovoltaique au Canada Rapport annuel 2000, Laboratoire de recherche en diversification* énergétique de CANMET, Ressources naturelles Canada, 2000.

Dignard-Bailey, Lisa. *Situation présente et evolution du photovoltaique au Canada Rapport annuel 2001, Laboratoire de recherche en diversification* énergétique de CANMET, Ressources naturelles Canada, 2001.

Dignard-Bailey, Lisa, Josef Ayoub and André Filion. *Photovoltaics for Buildings – Opportunities for Canada.* CEDRL-2002-72 (TR). CANMET Energy Diversification Research Laboratory, NRCan. November 2000.

Edison Technology Solutions. *Interconnection and Controls for Reliable, Large Scale Integration of Distributed Energy Resources.* U.S. Department of Energy, August 1999.

EFC. *ElectroFacts – a weekly Electronic Publication of Electro-Federation Canada.* 2003.

EFC. Electrofacts, Issue 397, January 24, 2003. www.electrofed.com/news/EFacts-Jan24-Issue397.htm

Fairhead, Colleen. *Power Pool of Alberta Response Letter.* Alberta Power Pool. Howell-Mayhew Engineering Inc. January 2003.

Francoeur, Louis-Gilles. *Produire l'électricité a la maison… et faire tourner le compteur a l'envers!* Le Devoir, April 2001.

Gouvernement du Canada, *Le gouvernement du canada appuie les systèmes de production d'énergie solaire pour le marché residential,* Kitchener, Ontario, avril 2002.

Haas, Reinhard. *Market deployment strategies for PV systems in the built environment – An evaluation of Incentives, Support Programs and Marketing Activities.* IEA (International Energy Agency). Vienna, Austria, September 2002.

Henderson, Shawna. *The Experience of Early Adopters of Small Scale, Grid-Connected Renewable Source Power Production and Net Metering in Canada.* Newport, N.S.: CMHC.

Howell, Gordon, P.Eng. *Grid-Related Interconnection Issues and Concerns – Solar PV Power – MicroPower Connect Workshop.* Howell-Mayhew Engineering, Inc. Edmonton, Alberta, April 2002.

Howell, Gorden, P.Eng. *Barriers to Utility Grid-Connected Solar Electric Power Systems – A Canadian case study.* Edmonton, Alberta: Howell-Mayhew Engineering, Inc., September 1999.

Howell-Mayhew Engineering Inc. *PV Barriers Presentation.* April 2002.

Ian Rowlands. *Study from a utility perspective – case study of Waterloo North Hydro – Proposed by Ian Rowlands.* University of Waterloo.

IEA (International Energy Agency). *Building Integrated Photovoltaic Power Systems. Guidelines for Economic Evaluation.* Photovoltaic Power Systems Program. 2002.

IEA (International Energy Agency). *Reliability Study of Grid Connect PV Systems. Field Experience and Recommended Design Practice.* Photovoltaic Power Systems Program. Freiburg, Germany, March 2002.

IEA (International Energy Agency). *Renewables in Global Energy Supply. An IEA Fact Sheet.* Paris, France, November 2002.

IEA. *Photovoltaic Power Systems program (PVPS) Trends in Photovoltaic Applications in selected IEA countries between 1992 and 2001.* IEA-PVPS T1–11:2002. August 2002.

IEA. *PVPS – Building Integrated Photovoltaic Systems – Guidelines for Economic Evaluation.* Report EIA PVPV T7–05:2002. 2002.

IEA. *PVPS – Reliability Study of Grid Connected PV Systems – Field Experience and Recommended Design Practice.* Task 7 Report EIA-PVPS T7-08:2002. March 2002.

IEA. *Literature survey and analysis of non-technical problems for the introduction of building integrated photovoltaic systems.* Task V11 – Report IEA-PVPS 7-01:1999.

IEA. *Added Values of Photovoltaic Power Systems.* Report-IEA-PVPS T1-09:2001.

Industrie Canada, *Carte routière technologique : L'énergie électrique canadienne - prévisions (brochure)*, Ottawa, Ontario, mars 2000.

Jones, Jackie. *Renewable Energy World* – Vol 5, No 4. James & James (Science Publishers) Ltd. London, UK, July-August 2002.

KPMG Consulting. *Marketing Strategy and Action Plan For The Development of the Canadian Photovoltaic Market.* Natural Resources Canada. Ottawa, Ontario, August 2000.

MicroPower Connect Interconnection Guideline: For inverter based micro-distributed generation (DG) systems connected to 600 volts or less distribution systems. Draft 7 – February 19, 2003.

Resources naturelles Canada. *Répertoire de l'industrie Photovoltaïque canadienne – 1998.*

Natural Resources Canada, Energy Resources Branch. *Market Development Study for Active Solar Thermal Systems in the Institutional, Commercial and Industrial Sector.* R-103-E. March 2001.

Resources naturelles Canada – Canmet. *Hybridinfo.* Printemps 2002.

Natural Resources Canada, Industry Canada, MicroPower Connect. *Connecting MicroPower to the Grid. A status and review of micropower interconnection issues and related codes, standards and guidelines in Canada-Revision 1.*, 2001.

Narasimhan, Vasantha. *2001 PV Systems and Modules Survey – Final Report.* Natural Resources Canada, April 2002.

OECD/IEA (Organization for Economic Co-operation and Development/International Energy Agency. *Experience Curves for Energy Technology Policy.* Paris, France: IEA Publications, 2000.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). *Penetration of Renewable Energy in the Electricity Sector.* Annex I Expert Group on the United Nations Framework Convention on Climate Change – Working Paper No. 15. Paris, France, August 1998.

Paes, Pedro. *New Portugese Energy Policy.* Ministry of the Economy. Lisboa, Portugal, December 2001.

Pape, Andrew E., MRM. *The Potential for Net Metering with Small Scale Renewable Energy Resources in British Columbia.* Vancouver, B.C.: Compass Resource Management Ltd., March 1999.

Refocus. *Refocus Bi-Weekly – Misc News Items.*

Renewable Energy Today; daily publications

Renewable Energy World – Review Issue 2002-2003

Rowlands, Ian. *Study from a utility perspective – case study of Waterloo North Hydro.* University of Waterloo.

Serchuk, Adam, Dr.; Singh, Virinder. *Expanding Markets for Photovoltaics: What To Do Next.* The Renewable Energy Policy Project (REPP). Washington, DC, December 1998.

Smithson, Jeremy. *SUV vs. PV.* Puget Sound Solar. Seattle, WA, September 2002.

Starrs, Thomas; Wenger, Howard; Brooks, Bill; Herig, Christy. *Barriers and Solutions for Connecting PV to the Grid.* WA, CA, CO, USA: Kelso Starrs & Associates LLC, Pacific Energy Group, Endecon Engineering, NREL, June 1998.

USPV. *Solar Electric Power – US Photovoltaic Industry Roadmap.* May 2001.

US Bill. *US Bill would ensure net metering for small renewable power systems.* October 1999.

U.S. Department of Energy. *Strategic Plan for Distributed Energy Resources.* Office of Energy Efficiency and Renewable Energy Office of Fossil Energy. September 2000.

U.S. Photovoltaic Industry Roadmap. *Solar-Electric Power.* Reprinted May 2001.

World Resources Institute. *Introducing Green Power to Corporate Markets: Business Case, Challenges and Steps Forward.* July 2002.

Xantrex Technology Inc. *Xantrex Launches Customer Financing Program for Renewable Energy Products.* Burnaby, British Columbia, November 2002.

ANNEXE B : Les obstacles de faible degré de priorité pour l'industrie photovoltaïque

Faible degré de priorité

- Absence de normes officielles sur les produits photovoltaïques — Beaucoup de produits sont actuellement fabriqués en vertu de normes américaines, mais non canadiennes. Pour obtenir l'approbation du Canada, ces produits doivent être d'abord testés par des laboratoires homologués par le CSA. Une norme nord-américaine unique faciliterait l'installation et l'inspection des produits.
- L'industrie photovoltaïque n'a pas suffisamment d'influence et de présence.
- L'industrie photovoltaïque est encore une entreprise « familiale » et la variété de ses produits, ses moyens de distribution et d'application sont insuffisants. Les moyens publicitaires et les économies d'échelles sont lents à se développer, mais cela changera lorsque la croissance économique sera au rendez-vous.
- Le monde des investisseurs n'offre qu'un soutien limité ou peu d'intérêt à la PV à cause de la faiblesse actuelle de la demande et des profits financiers, mais aussi par manque de connaissance.
- Les services liés à la PV nécessitent une consultation professionnelle et sont très onéreux. L'inspection, le permis et l'assurance notamment, sont pénalisés de frais supplémentaires à cause de la taille du marché et du nombre d'experts limité. Ces frais diminueront à mesure que la demande et l'approvisionnement augmenteront.
- Il n'existe pas vraiment de programme pour former un personnel qualifié à la PV parce que le marché intérieur est trop limité pour les diplômés. La croissance de l'industrie photovoltaïque suscitera un besoin de personnel qualifié et donc de programmes éducatifs de qualité.

ANNEXE C : Liste des informateurs clés

Nom	Titre	Entreprise	Téléphone	Courriel
Allen, Leonard	Président	Phantom Electron Corporation	(905) 430-6512	leonard@phantomelectron.com
Ben, Michael	Directeur des finances	ARISE Technologies Corporation	(519) 725-2244 poste 223	michael.ben@arisetech.com
Brandon, Rob	Gestionnaire de projet	NRCan - CETC Ottawa	(613) 992-2958	rbrandon@rncan.gc.ca
Brightwell, Ken	Conseiller technique	Electrical Safety Authority	(613) 849-3071	ken.brightwell@electricalsafety.on.ca
Brown, Paul	Directeur du génie	Hamilton Hydro Inc.	(905) 317-4718	pbrown@hamiltonhydro.ca
Busby, Peter	Directeur	Busby & Associates	(604) 684-5446	info@busby.ca
Chang, Liuchen	Professeur en génie	Université du Nouveau-Brunswick	(506) 447-3145	lchang@unb.ca
Coady, Teresa	Architecte	Bunting Coady Architects	(604) 685-9913	tcoady@buntingcoady.com
Corkins, Dean	Président	Radiant Resources Canada Ltd.	(905) 572-6359	oncanman@sympatico.ca
Dalacu, Nick	Président	CANROM	(905) 526-7634	
DeKlerk, Henry	Inspecteur électrique	Système électrique de la ville de Calgary	(403) 268-5767	hdeklerk@gov.calgary.ab.ca
Dignard-Bailey, Lisa	Chef de section, programme PV	Ressources naturelles Canada, CTEC-Varennes	(450) 652-5161	lisa.dignard@rncan.gc.ca
Drewes, Per	Ingénieur principal	Sol Source Engineering	(905) 898-0098	perdrewes@rogers.com
Dreyer, Bert	Ingénieur en production répartie d'électricité	Enmax Power Corporation	(403) 514-3284	bdreyer@enmax.com
Drolet, Benoit	Chargé de Projet	Ministère des Ressources Naturelles du Québec	(418) 627-6380 poste 8118	b.drolet@mrn.gouv.qc.ca
Eckel, Tim	Superviseur en génie de la région de Regina, département du transport et de la distribution	Sask Power	(306) 566-2927	teckel@saskpower.com
Edey, Charles	Agent supérieur de développement des opérations	Ontario Power Generation	(416) 592-2767	charles.edey@opg.com

Nom	Titre	Entreprise	Téléphone	Courriel
Egles, David	Président	Soltek Powersource Ltd.	(250) 727-7720	degles@spsenergy.com
Ellis, Bill	Directeur des ventes et livraison	Nova Scotia Power Inc.	(902) 428-6401	william.ellis@nspower.ca
Fulton, Richard	Distribution et Planification	BC Hydro	(604) 528-3227	richard.fulton@bchydro.com
Gardener, Michael	Fonctionnaire en chef en charge des codes de sécurité en électricité, règlements et permis de construire	Système électrique de la ville de Calgary	(403) 268-1059	mgardene@gov.calgary.ab.ca
Gardner, Mike	Conseiller technique, coordinateur des services publics	Affaires municipales d'Alberta	(780) 415-0480	mike.gardner@gov.ab.ca
Green, Thomas	Chercheur en chef, division de la politique et de la recherche	SCHL	(613) 748-2340	tgreen@cmhc-schi.gc.ca
Henderson, Shawna	Propriétaire	Abri Sustainable Design	(902) 821-2118	shawna@abridesign.com
Heron, Wendy	Directrice des événements spéciaux et de l'éducation	Centre de conservation de Kortright	(905) 832-2289	kcc@look.ca
Hilhorst, Gerry	Directeur général adjoint	Waterloo North Hydro Inc.	(519) 886-5090	ghilhorst@wnhydro.on.ca
Howell, Gordon	Président	Howell-Mayhew Engineering	(780) 484-0476	ghowell@compusmart.ab.ca
Ince, Martin	Directeur	Positive Power Co-operative Inc.	(905) 689-3900	info@positivepowerco-op.com
Johnson, John	Prospection	Your Energy Company Inc.	(403) 710-5710	john@boiledfrog.org
Kalmbach, Éric	Président	Generation PV Inc.	(905) 831-6111	ekalmbach@generationpv.com
Krause, Don	Chargé principal de compte, service à la clientèle	Hydro One Networks Inc.	(416) 345-5990	don.krause@hydroone.com
Lapp, Steve	Président	SGA Energy Ltd.	(613) 376-6363	lapp@sgaenergy.com
Le Courtois, Éric	Génie des ressources	Hydro-Québec	(819) 539-1400 poste 1408	lecourtois.eric@ltee.ireq.ca

Nom	Titre	Entreprise	Téléphone	Courriel
Lee, Cathy	Ingénieure	Halsall Associates Limited	(416) 487-5256	sholyk@halsall.com
Lenssen, Nicholas	Directeur principal de l'énergie répartie	Primen	(303) 545-0100	nlenssen@primen.com
Gobell, Charles	Président	Renewable Energy of Plum Hollow	(613) 544-7050	kingston@renewableenergy.on.ca
Maher, Gord	Ingénieur de projets spéciaux, Planification des ressources et analyse des marchés	Manitoba Hydro	(204) 474-3930	gamaher@hydro.mb.ca
Mak, Alan	Ingénieur — distribution	EPCOR	(780) 412-4491	amak@epcor.ca
Martel, Sylvain	Agent de projet, Systèmes hybrides et énergies renouvelables	Ressources naturelles Canada, CTEC-Varennes	(450) 652-6747	smartel@rncan.gc.ca
Mascarenhas, David	Gestionnaire des programmes, Électricité	CSA International	(416) 747-4158	david.mascarenhas@csa.ca
Mauch, Konrad	Directeur du développement avancé	Xantrex Technology Inc.	(604) 422-8595	konrad.mauch@xantrex.com
McMonagle, Rob	Gestionnaire de projet	Association des industries solaires du Canada	(613) 736-9077	rmcmonagle@cansia.ca
Montminy, Gilbert	Direction de la normalisation, Secteur électricité	Régie du bâtiment du Québec	(418) 643-1913	Gilbert.Montminy@rbq.gouv.qc.ca
Newel, Ken	Directeur	Powersource Energy Systems	(403) 291-9039	ken@powersourceenergy.com
Olechna, Ted	Ingénieur du code provincial	Electrical Safety Authority	(905) 712-5366	ted.olechna@electricalsafety.on.ca
Pape-Salmon, Andrew	Directeur du programme de la gestion durable de l'énergie	Institut Pembina	(604) 904-8568	andrewp@pembina.org
Paterson, Murray	Directeur de prospection commerciale	Ontario Power Generation	(416) 592-4940	murray.paterson@opg.com
Pelton, Michael	Ingénieur en mécanique	Enermodal Engineering Ltd.	(519) 743-8777	mpelton@enermodal.com

Nom	Titre	Entreprise	Téléphone	Courriel
Peress, Sass	Présidente	ICP Global Technologies	(514) 270-5770	speress@icpglobal.com
Plamondon, Marc	Équipe Orientation du réseau	Hydro-Québec	(514) 289-2211 poste 7153	plamondon.marc@hydro.qc.ca
Prentice, Laura	Conseillère technique, Centre des solutions énergétiques	Yukon Development Corporation	(867) 393-7145	laura.prentice@gov.yk.ca
Robertson, Rick	Vice-président de la prospection commerciale	Spheral Solar Power	(518) 756-1779	info@spheralsolar.com
Robitaille, Lise	Directrice de l'éducation et du développement	Association of Canadian Community Colleges	(613) 746-2222 poste 3131	lrobitaille@accc.ca
Smiley, Eric	Chef de projet PV	Centre technologique de l'ITCB	(604) 432-8657	esmiley@bcit.ca
Thomas, Ray	Président	New Sun Technologies Ltd.	(613) 723-5750	rthomas@newsun.ca
Tsisserev, Ark	Inspecteur en chef de l'électricité	Vancouver City Hall	(604) 873-7561	arkady_tsisserev@city.vancouver.bc.ca
Wilkinson, Brian	Président	Matrix Energy Inc.	(514) 630-5630	bwilkinson@matrixenergy.ca